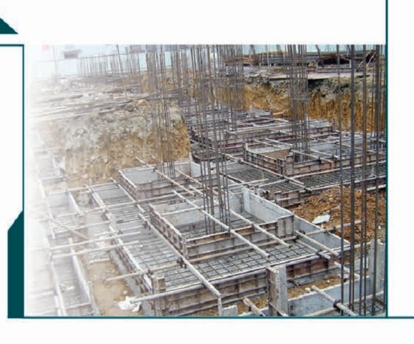

21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

工程管理专业

工程项目管理

主　编　董良峰　张瑞敏







北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

说　明

本书电子版仅提供给高校任课教师使用，如有任课教师需要本书课件或其他相关教学资料，请联系北京大学出版社客服，微信手机同号：15600139606，扫下面二维码可直接联系。

由于教材版权所限，仅限任课教师索取，谢谢！



21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

工程项目管理

主　编　董良峰　张瑞敏
副主编　申　彤



内 容 简 介

本书以工程项目管理工作的全过程为主线，内容涵盖了工程项目的立项决策、组织管理、进度管理、质量管理、投资管理、风险控制、招投标与合同管理、安全和环境管理等工程项目管理的核心知识体系，吸收了国内外最新研究成果，采用国家最新的法律法规和相关规范。作为21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材系列之一，本书注重理论结合实际，注重学生基本能力的培养。在介绍理论知识的同时结合大量案例，深入浅出，便于读者接受。本书既可作为本科院校工程管理专业学生的学习教材，又可供政府管理部门、建设单位、设计单位、工程管理咨询单位、科研单位和施工单位参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程项目管理/董良峰，张瑞敏主编．—北京：北京大学出版社，2015.4
（21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材）
ISBN 978-7-301-25642-8

Ⅰ.①工…　Ⅱ.①董…②张…　Ⅲ.①工程项目管理—高等学校—教材　Ⅳ.①F284

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第065053号

书　　名 工程项目管理
著作责任者 董良峰　张瑞敏　主编
策划编辑 卢　东　王红樱
责任编辑 刘　濛
标准书号 ISBN 978-7-301-25642-8
出版发行 北京大学出版社
地　　址 北京市海淀区成府路205号　100871
网　　址 http://www.pup.cn　　新浪微博：@北京大学出版社
电子信箱 pup_6@163.com
电　　话 邮购部62752015　发行部62750672　编辑部62750667
印 刷 者
经 销 者 新华书店
787毫米×1092毫米　16开本　21.25印张　510千字
2015年4月第1版　2016年12月第2次印刷
定　　价 43.00元

前　　言

21 世纪是项目的世纪，项目在我们的生活中无处不在，工程项目作为项目中的一类，和国计民生都有着紧密的联系。随着我国工程建设领域的投资逐年增加，社会对于专业的工程管理人才的需求也在不断增加。工程项目管理作为一门专业性和实践性很强的学科，不但要求学生具有扎实的理论功底，还要具备较强的动手实践能力。这就对高校工程管理专业学生提出了新的要求。

本书具备以下特色。

1. 注重理论结合实际

本书基本按照工程建设活动的工作过程安排内容，在编写过程中，每一章都以实际案例引出，结合大量工程项目管理的实际案例对理论知识进行讲解，有利于提高学生对于理论知识的兴趣，加深对知识的理解。

2. 与执业资格考试内容紧密衔接

我国工程建设领域类的各项执业资格考试，如注册建筑师、注册监理工程师等，其考试内容中均包含大量工程项目管理课程的内容。本书在编写过程中尽量将执业资格考试的大纲内容融入教材中，故本书也可作为相关执业资格考试的参考教材。

3. 内容新颖、具前沿性

在本书的编写过程中，充分注重内容的新颖性和知识的前沿性，选用国家最新颁布的法律、法规和规范，加入学科前沿最新的研究成果，让使用者能接触到学科的最前沿信息，开阔眼界。

4. 重点突出，框架清晰

每一章开始都会提出本章的教学目标和教学要求，以及该章需要掌握的基本概念，并结合引例引出该章内容；章后附有本章小结和有针对性的习题；整体结构清晰合理，重点难点突出，便于学生学习和老师使用。

本书编写的具体分工为：第 1 章、第 3 章、第 6 章由南京工程学院董良峰编写，第 2 章、第 5 章、第 9 章由黄淮学院张瑞敏编写，第 4 章、第 7 章、第 8 章由辽东学院申彤编写。各位编写人员在本书的完成过程中都查阅了大量的资料，付出了辛勤的努力，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2014 年 8 月

目　　录

第4章 工程项目进度管理 …………… 90

第5章 工程项目费用管理 ………… 146

第6章 工程项目质量管理 ………… 199

第1章 绪　　论

教学目标

本章主要讲述工程项目管理的基本概念。通过学习本章，应达到以下目标：

(1) 掌握项目、工程项目的概念及特征；

(2) 掌握项目的全生命周期；

(2) 熟悉国内外工程项目管理的发展历程；

(3) 了解项目管理的知识体系。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
项目	(1) 掌握项目的定义及特征； (2) 掌握项目与日常作业的区别； (3) 掌握项目的四维目标	(1) 项目的定义和特征； (2) 项目与日常作业的区别； (3) 项目的四维目标及相互间的关系
工程项目	(1) 掌握工程项目的概念及特征； (2) 熟悉工程项目的分类	(1) 工程项目的概念及特征； (2) 工程项目的分类
工程项目管理	(1) 熟悉项目管理的历程及趋势； (2) 了解项目管理的知识体系	(1) 国内外项目管理的发展历程； (2) 项目管理今后的发展趋势； (3) ICB、PMBOK 及中国的项目管理知识体系
工程项目全生命周期	(1) 熟悉项目的生命周期及工作内容； (2) 熟悉工程项目的生命周期	(1) 项目的生命周期及每阶段包括的工作内容； (2) 工程项目的全生命周期



项目；工程项目；日常运作；四维目标；知识体系；生命周期



宋真宗时期，皇城失火，皇宫被焚，宋真宗命丁谓重修皇宫。这是一个复杂的工程，不仅要设计施工，运输材料，还要清理废墟，任务十分艰巨。丁谓首先在皇宫前开沟渠，然后利用开沟取出的土烧砖，再把京城附近的汴水引入沟中，使用船只运送建筑材料直达工地。工程完工后，又将废弃物填入沟中，复原大街，这就很好地解决了取土烧砖、材料运输、清理废墟三个难题，在保证质量的前提下，既保证了工程如期完成，又节约了大量的资金，历史上称之为丁谓“一举三得”。这个工程建设的过程，同现代项目管理思想何其吻合。由此可见，项目管理思想早就在我国悠久的历史中存在，并对我们研究现代项

目管理依然具有重要的借鉴意义。

1.1 项　　目

1.1.1　项目的定义及特征

在我们的社会中，项目的形式是多种多样的，从人类开始有组织的活动起，就一直执行着各种规模的“项目”。史前穴居人收集材料加工猛犸肉的活动可能是人类最早的项目，中国的万里长城和古埃及的金字塔的修建是古代人类最复杂的项目，美国的北极星导弹计划和阿波罗登月计划是现代项目管理思想的起源，中国的三峡工程和香港新机场建设是现代项目管理的成功范例。我们平时接触的房屋建设、铁路的修建是项目；研发一种新产品，进行一项科研是项目；编写一本教程，撰写一篇论文是项目；2012 年北京奥运会、2014 年南京青奥会的组织是项目；组织一次家庭聚餐，班级组织一次秋游也是项目。项目可大可小，无处不在。

由此可见，项目已经渗入到社会的经济、文化、军事、政治等各个领域，但是项目的存在形式却千差万别，给项目一个准确的定义就变得比较困难，我们一起来回顾一下国内外组织和专家对项目的定义。

美国项目管理协会(PMI)PMBOK(第三版)对项目的定义是：项目是为提供某项独特产品、服务或成果所做的一次性活动。

美国著名的项目管理专家 James Lewis 博士对项目的定义为：项目是指一种一次性的复合任务，具有明确的开始时间、明确的结束时间、明确的规模与预算，通常还有一个临时性的项目组。

ISO 10006 定义项目为：具有独特的过程，有开始和结束日期，由一系列相互协调和受控的活动组成。过程的实施是为了达到规定的目标，包括满足时间、费用和资源等约束条件。

《中国项目管理知识体系》对项目给出的定义是：项目是创造独特产品、服务或其他成果的一次性努力。

项目的定义形式上千差万别，但是其反映的项目的内涵和特征却是一致的。项目的特征主要包含以下几个方面。

1. 项目的独特性

世界上没有完全相同的两个项目，每一个项目都有其各自的特点。即使想在南京建造一个和北京一模一样的项目，仍然会面临一系列的新问题，如两个项目所在地的地质条件的差异，迫使项目管理者必须改变项目的结构设计；此外，由于气候条件的差异需要改变原来的施工方法。项目的独特性要求有针对性的管理方法，就要求项目管理者要学会从新的角度思考项目中不断涌现的新问题，而不是一成不变，固步自封。

2. 项目组织的临时性

项目的组织都是临时性的组织，在项目开始之前组建专业项目管理团队，这个团队为

这个项目而生，等项目结束后，这个组织的生命也随之结束，团队即解散。作为项目管理者应当考虑如何在短时间内将来自不同岗位的成员融合成一支有凝聚力的团队。另外，应当适度保持这个团队的弹性和灵活性，具有适应不断变化和不确定因素的能力。

3. 具有明确的目标性

一个项目在实施之前，首先应该确定其目标。项目的目标是在符合技术性能要求的前提下，在规定的时间和规定的预算内完成项目，并使客户满意。当然在一个项目中实现所有目标的最优化几乎是不可能的，所以要针对各个项目的特点对项目目标进行排序，确定首要保障的项目目标，必要时可以牺牲其他目标以保证首要目标的顺利实现。

4. 资源的有限性

一个项目的进展需要各种不同的资源，如人力、材料、资金、设备、信息等，而一个项目所能够利用的资源都是有限的，项目管理者的工作就是如何在资源有限的前提下保证项目目标的顺利实现。

1.1.2 项目与日常作业的区别

既然项目在我们的日常生活中无处不在，那么是否所有实施主体是人类的活动都属于项目的范畴呢？答案是否定的。

人类有组织的活动可以分为两类，项目和日常作业。

日常作业是一种重复性、周期性的活动，每次活动都受相同的资源条件限制，人们不断重复上一次的活动，每次活动的结果也大致相同。如在生产车间里的进行流水线作业的工人进行的就是日常作业。项目与日常作业的主要区别如表 1-1 所示。

表 1-1 项目与日常作业的区别

项 目	日常作业
一次性	不断重复
开放环境，不确定性因素多	封闭环境，不确定因素少
有明确的开始和结束时间	结束时间不确定
缺少成熟的管理经验	有相对成熟的管理经验
受资源的约束大	受资源的约束小
弹性的组织	稳定的组织

1.1.3 项目的四维目标



有一家房地产开发商拿下了一块黄金地段，找来某著名设计院进行建筑和结构设计，通过招标选择了一家很有实力的施工单位进行施工，工程项目在规定时间、规定预算内顺利完成，工程竣工验收质量

优良，但是房屋的销售情况却不尽如人意。原因是由于开发商过分追求利润最大化，致使按照开发商要求设计的房屋得房率过低，户型不规整，房间朝向不好，很多客户到现场看房后都表示不满意。最后开发商迫不得已进行降价促销，损失惨重。本来是想实现利润最大化，没想到事与愿违，还把本来可以稳稳获得的利润拱手相让。按照传统的进度、投资、质量三大目标来看，这是一个成功的项目，但是事实却证明这个项目是失败的，原因在哪里？根源在于管理者忽略了另外一个重要的目标：客户的满意度。

现代项目管理认为，每个项目应具有四个目标：客户满意度、进度、投资、质量。这些目标相互关联，既对立，又统一。其中一个目标的变化会引起其他目标的连锁变化。这四个目标很难同时实现最优化，有时为了实现优先目标需要牺牲其他目标。如澳大利亚的悉尼歌剧院，最初的预算是 700 万美元，但是在建设过程中为了让客户满意，不断追加投资，同时工期也一拖再拖。最后，该工程历时 14 年，耗资 1.2 亿美元才最终完成。为了实现让客户满意的目标，该工程的管理者不惜牺牲投资目标和进度目标，但是并不妨碍该工程成为一个成功的项目，并成为悉尼的标志性建筑。

1. 客户的满意度

如何让项目的产品使客户满意，是项目管理者的首要目标。客户总是希望获得物超所值的产品，能让客户满意的产品必将获得客户的追捧，从而取得成功。例如小米公司作为一个 2010 年 4 月才成立的移动互联网公司，经过短短 4 年的发展，到 2014 年预计手机出货量可达 6 000 万台，销售额将达 800 亿元人民币，市场估值超过 200 亿美元。小米手机能在如此短的时间内取得巨大成功，其根源在于其销售的小米手机将客户满意度放在首位，使客户可以用 2 000 元不到的价格买到其他品牌 4 000 元配置的手机，使客户感到物超所值，屡屡创造抢购风潮。

2. 质量

质量目标是使客户满意的必要条件，只有质量过关的产品才能获得客户的长期青睐。在项目的前期，要根据项目的功能需要确定合理的质量标准，质量目标过高或过低都是不可取的。如房地产开发商一般情况下都会将项目的质量目标定位为合格，而不是优良，这样既能够保证功能的实现，又可以降低投资，加快进度，最终让客户满意。

3. 进度

项目管理者在项目实施前都要事先确定项目的实施进度。通常情况下，进度目标与投资目标、质量目标成反比，和客户满意度目标成正比。

4. 投资

投资目标通常和客户满意度、质量和进度目标成反比，一个优秀的项目管理者应该在现有投资的范围内实现客户满意度、质量和进度目标的最优化。一味地为实现投资目标而弃其他目标于不顾的做法是不可取的。如有的不良开发商为了节约投资，竟然在混凝土中以木条代替钢筋，最终东窗事发，身败名裂。

1.2 工程项目

1.2.1 工程项目的概念及特征

工程项目是以建筑物或构筑物为目标产出物的、由有开工时间和竣工时间的相互关联的活动所组成的特定过程，又称土木工程项目或建筑工程项目，属于项目的一个大类。

这里所说的建筑物，是指房屋建筑物，它满足人们的生产、居住、文化、体育、娱乐、办公和各种社会活动的需要。这里所说的构筑物，是指公路、铁路、桥梁、隧道、水坝、电站及线路、水塔、烟囱、构架等土木产出物。

相互关联的活动，包括施工活动、生产活动、经济活动、经营活动、社交活动和管理活动等，是社会化大生产所需要的广义的人类集体活动。

工程项目作为项目的一类，除了具有一般项目所具有的特征之外，还有一些区别于其他项目的特殊特征。工程项目的特殊性主要体现在工程项目实体的特殊性和工程项目建造过程的特殊性。

1. 工程项目实体的特殊性

（1）工程项目实体体型庞大。工程项目的成果是工程实体，无论是房屋建筑工程项目，还是桥梁、道路工程项目，为了满足工程的功能需要，最后建成的工程实体都是庞然大物。而某个芯片的科研攻关项目，虽然同样耗资巨大，但是最终的成果却可能只是一个小小的芯片。

（2）工程项目实体空间上的固定性。一般的工程项目实体均由自然地面以下的基础和自然地面以上的主体结构构成的，基础承受主体结构和基础自重，并将荷载传给地基，基础再通过桩将荷载传给持力层，同时也将工程实体牢牢地固定在地球上。所以，工程实体在空间上是固定的。但这种固定是相对的固定，而不是绝对的固定。早在1997年，南京就曾经成功地将总建筑面积5 424m^2，总重量8 000多吨的江南大酒店平移26m^2。但是将固定的建筑物平移需要付出很大的代价，江南大酒店平移的费用是400万元，占该建筑物造价的1/4。

（3）工程项目实体的单件性。由于建造地点、建造时间、地质条件等方面的差异，使得工程项目实体存在或多或少的差别。世界上没有两个完全相同的工程实体。

2. 建造过程的特殊性

（1）建造周期长。工程项目一般工程量巨大，需要消耗大量的时间才能够将其完成。如世界上规模最大的水电站项目——三峡水电站(图1.7)，于1992年获得全国人民代表大会批准建设，1994年正式动工兴建，2003年开始蓄水，2009年全部完工。而在其建设期间，占用大量的人力、物力、财力，却不会产生任何经济效益，所以，在进行工程管理时，应采取各种方法尽量缩短建设周期，尽快使工程项目产生经济效益。

（2）建造过程的流动性。由于工程项目空间上的固定性，决定了各种资源必须围绕工程实体进行流动，这就导致了建造过程的流动性。流动性体现在两个方面，一是项目的建



图 1.1　三峡工程鸟瞰图

设者和施工机具在不同项目间的流动，二是建设者和施工机具在同一工程的不同作业面上的局部流动。建造过程的流动性增加了工程项目管理的难度，管理者必须对各种资源进行合理的调配。

(3) 受环境的影响大。这里所指的环境包括自然环境和社会环境。工程项目一般是露天作业，必然受到建设地的地质条件、气候、交通、场地等诸多因素的制约，在进行设计、施工技术选择和施工组织时必须充分考虑以上因素；另外工程项目还受社会环境的影响。作为国家的支柱性产业，国家对建筑业和房地产行业的管理十分严格，相关的政策规定、国内外的经济状况等都将对工程项目产生重大影响。如 2006 年房地产调控政策中规定，新建住宅项目的户型比，套型建筑面积为 $90m^2$ 以下的户型必须占到整个项目的 70% 以上，否则不许开工建设。该政策导致众多开发商临时调整设计方案，极大程度上延误了项目建设进度，打乱了项目销售计划。

1.2.2　工程项目的分类

不同的工程建设项目类型，其寻求专业服务的方式、建筑合同形式和项目融资途径都大不相同。通常，工程建设项目可以被分成 4 种主要形式，而且每一种都有各自的特点。

1. 住宅建筑

住宅建筑指那些用来居住的房屋建筑物。在开发这类建筑时，熟悉建筑行业的开发商和投资商通常都作为业主的代理人并且负责确定必要的设计和建造合同，负责项目的融资及销售建造好的房屋。住宅建筑的设计通常是由建筑师和结构工程师来完成的，而施工则由承包商雇用一些结构、机械、电气工程人员和其他专业的分包商来共同完成。

住宅建筑市场受宏观经济政策、税收和政府的财政金融政策的影响较大。经常发生的事情是总需求的轻微增长将引起建筑投资的巨大增长——许多住宅建筑可以由不同的私人业主和开发商在同一时间，在不同的地点开始建造。因为进入住宅建筑市场相对容易，因此，许多新的承包商被吸引进入住宅建筑市场。这个市场具有高度的竞争性，同时也拥有潜在的高风险和高回报。

2. 公用性建筑

公用性建筑包括不同的类型和不同的规模，比如中小学校和大学、医疗诊所和医院、娱乐设施和体育馆、零售连锁店和大型购物中心、仓库等，还有写字楼、宾馆等摩天大楼。这类建筑的业主可能熟悉也可能不熟悉建筑业的运作模式，但他们通常能够挑选有能力的工程咨询人员协助他们来管理项目，项目的融资工作一般由他们亲自进行。和住宅建筑相比，公用性建筑需要更高的成本，并且项目具有较大的复杂性，工期也较长。

3. 工业建筑

工业建筑通常规模大、技术复杂，如炼油厂、钢铁厂、化学处理厂、火力发电厂或者核电厂等。业主通常会高度参与工程项目的开发，而且业主喜欢采用设计—建造的发包方式来缩短整个工期。一般业主会选择一批设计者和承包商并和他们保持长期的合作关系。

4. 基础设施和重工业建筑

基础设施和重工业建筑包括高速公路、大规模的传送系统、隧道、桥梁、管道、排水系统和污水处理厂等。这类工程大多属于公共工程项目，因而其融资渠道来源于政府的税收或者各类基金。这类建筑的特点是以高度的机械化来代替劳动力密集的手工操作。

我国目前正在建立和形成社会主义市场经济的运行机制，随着投资体制的转变，工程建设项目的类别也在逐渐发生变化，特别是根据所有制形式不同所进行的分类发生了很大变化。目前我国工程建设项目的分类具体如下。

（1）按投资者登记注册类别分为：国有、集体、股份合作、联营、有限责任公司、股份有限公司、港澳台商、外商、个人等投资的工程建设项目。

（2）按我国现行计划管理体制可分为：基本建设、更新改造、房地产开发投资和其他固定资产投资等项目。

（3）按资金的来源分为：国家预算类资金、国内贷款、外资、自筹资金，以及其他资金等投资的工程建设项目。

（4）按工程建设项目隶属关系分为：中央项目和地方项目。

（5）按工程建设项目性质分为：新建、扩建和改造项目。

（6）按工程建设项目的规模分为：大、中、小型项目。

1.3 工程项目管理

工程建设项目管理是以工程建设项目为对象，在既定的约束条件下，为最优地实现工程建设项目目标，根据工程建设项目的内在规律，对从项目构思到项目完成(指项目竣工并交付使用)的全过程进行的计划、组织、协调和控制，以确保该工程建设项目在允许的费用和要求的质量标准下按期完成。

类似地，根据工程建设项目管理主体、管理对象、管理范围的不同，同样有工程设计项目管理、工程承包项目管理和工程监理项目管理。而它们与工程建设项目管理的区别在于管理的主体、管理的对象和管理的范围不同，其主要区别如表 1-2 所示。

表 1-2　不同类型工程项目管理的主要区别

名　　称	管理主体	管理对象	管 理 范 围
工程项目管理	业主	工程项目	从项目构思，策划，实施，使用直至终止的全过程
工程建设项目	业主	工程建设项目	涉及从项目构思，策划，实施，到项目建成交付使用为止
工程承包项目管理	承包单位	工程承包项目	承包商所从事的工作范围(重点在施工阶段)
工程设计项目管理	设计单位	工程设计项目	主要是设计阶段，但其范围也随业主要求而变化(重点在设计阶段)
工程监理项目管理	监理(咨询)单位	工程监理项目	业主要求的监理工作范围(可涉及全过程或其中的某个或几个阶段)

1.3.1　工程项目管理的发展历程及趋势

1. 国外工程项目管理的发展历程

20 世纪四五十年代，由于第二次世界大战的推动，项目管理最初主要应用于国防和军工项目。这类项目规模大，目标严肃，实际的社会需求催生了现代项目管理的萌芽。

20 世纪 50—60 年代，项目管理的两项关键技术——关键线路法(CPM)和计划评审制度(PERT)产生，项目管理学科的发展取得突破性进展。1957 年，美国的杜邦公司为了保证生产的不间断进行，每年必须安排数次生产线的全面检修。最初一次检修需要花费 125 小时。为了缩短检修时间，他们把检修流程精细分解，发现在整个检修过程中所经过的不同线路上的总时间是不一样的。缩短最长路线上工序的工期，就能够缩短整个检修的时间。他们经过反复优化，最后只用 78 小时就完成了检修，时间节省率达到 38%，当年产生效益达 100 多万美元。这就是至今项目管理工作者还在应用的“关键线路法”，简称 CPM。在同一时期，美国海军开始研制北极星导弹计划，这是一个由全美 1/3 科学家参与研究的规模庞大、技术复杂的尖端军事项目，共可分解为 6 万多项工作，有近 4 000 个承包商参加。如此庞大尖端的项目，其管理难度可想而知。而当时项目组织者想出了一个方法：为每个任务估计一个悲观的、一个乐观的和一个最可能情况下的工期，在关键路径技术的基础上，用“三值加权”方法进行计划编排，最后竟然只用了 4 年时间就完成了预定 6 年完成的项目，节省时间 33%以上。20 世纪 60 年代项目管理的方法在由 42 万人参加，耗资 400 亿美元的“阿波罗”载人登月计划中应用，同样取得成功。

到了 20 世纪 70 年代末 80 年代初，微机得到了普及，这使项目管理理论和方法的应用走向了更广阔的领域。由于计算机及软件价格降低，数据获得更加方便，计算时间缩短，调整容易，程序与用户友好等优势，项目管理工作得到大幅简化，效率明显提高，使寻常的项目管理公司和中小企业在中小型项目中都可以使用现代化的项目管理方法和手段，取得了很大的成功，收到了显著的经济和社会效益。

20 世纪 80 年代，人们进一步扩大了项目管理的研究领域，包括合同管理、项目风险

管理、项目组织行为和沟通。在计算机应用上则加强了决策支持系统、专家系统和网络技术应用的研究。

20世纪90年代以后，随着信息时代的来临，以及高新技术产业飞速发展并成为支柱产业，项目的特点也发生了巨大变化，管理人员发现许多在制造业经济下建立的管理办法，到了信息经济时代已经不大适用。制造业经济环境下，强调的是预测能力和重复性活动，管理的重点很大程度上在于制造过程的合理性和标准化。而在信息经济环境里，事务的独特性取代了重复性过程，信息本身也是动态的、不断变化的。灵活性成了新秩序的代名词。他们很快发现实行项目管理恰恰是实现灵活性的关键手段。他们还发现项目管理在运作方式上最大限度地利用了内外资源，从根本上改善了中层管理人员的工作效率。于是纷纷采用这一管理模式，并成为企业重要的管理手段。经过长期探索总结，现代项目管理逐步发展成为独立的学科体系，成为现代管理学的重要分支。

2. 国内工程项目管理的发展历程

1）中国古代工程项目管理

中国古代诞生了很多伟大的工程项目，如万里长城、都江堰、故宫、京杭大运河等，这些项目工程量大，建造过程复杂，其中必然要运用到项目管理的思想和方法，只不过由于古代工匠的社会地位较低，这些思想和方法大部分都没有被系统地记载下来，只有在一些书籍中可以零星找到一些古代项目管理的痕迹。如孙子兵法“庙算多者胜”，国家的建设必有“庙算”，即项目计划；南京明代城墙建设时在每块砖上刻下生产者的名字，以加强质量控制。

2）中国现代工程项目管理

中国现代工程项目管理的起步并不晚，最早于20世纪60年代由华罗庚教授引进和推广了网络计划技术，结合中国“统筹兼顾，全面安排”的指导思想，将这一技术称为“统筹法”，并在一系列重点工程中应用，取得了良好的经济效益和社会效益。

1966—1976年国内工程建设全面停滞，项目管理的推广工作也无从开展。1984年，中国开始改革开放，在利用世界银行贷款建设的鲁布革水电站引水导流项目中，日本大成株式会社运用现代项目管理方法对项目进行高效管理，使该项目的投资额度降低40%，工期也大大缩短，对中国的投资建设领域产生很大的触动。基于鲁布革水电站的经验，1987年原国家计委、原建设部等有关部门联合发出通知，在一批试点企业和建设单位中要求采用项目管理施工法，并开始着手建立我国的项目经理认证制度。1991年原建设部进一步提出把试点工作转变为全行业推进的综合改革，全面推广项目管理和项目经理负责制。

3. 工程项目管理的发展趋势

1）项目管理的全球化

知识经济时代的一个重要特点是知识与经济的全球化。因为竞争的需要和信息技术的支撑，促使了项目管理的全球化发展，使国与国之间的项目合作日益增多，国际化的专业活动日益频繁，项目管理专业信息实现了前所未有的国际共享。

2）关于项目管理的多元化发展

由于人类社会的大部分活动都可以按项目来运作，因此当代的项目管理已深入到各行各业，以不同的类型，不同的规模出现。

3）项目管理的专业化学科发展

近十年来，项目管理的专业化也有了明显的进展，主要反映在以下3个方面。



(1) 项目管理知识体系在不断发展和完善之中。美国 PMI 从 1984 年提出 PMBOK 至今，数易其稿，并已将其作为该组织专业证书制考试的主要内容。欧洲 IPMA 和其他各国的项目管理组织也纷纷提出了自己的体系。

(2) 学历教育从学士、硕士到博士，非学历教育从基层项目管理人员到高层项目经理，形成了层次化的教育体系。

(3) 对项目与项目管理的学科探索正在积极进行之中。有分析性的，也有综合性的；有原理概念性的，也有工具方法性的。项目管理学科正逐渐走向成熟。

1.3.2 项目管理的知识体系

管理项目需要许多知识和方法。项目管理是在第二次世界大战以后发展起来的，项目管理工作者们在几十年的实践中感觉到，虽然从事的项目类型不同，但是其中仍有一些共同之处，因此他们就自发组织起来共同探讨这些共性主题，即项目管理知识体系的建立。项目管理知识体系就是项目管理所需知识和方法的总和。其中一部分知识和方法是项目管理学科所独有的，或以独特的方式表达并普遍被接受的，例如项目和项目管理的定义、属性，项目生命期、干系人概念，项目工作分解结构、网络计划技术等，这是项目管理学科的主体。

管理项目还需要用到其他两类知识和方法：一类是通用的管理知识和方法，譬如领导与激励、决策与控制、组织与策划、谈判与沟通、财务与会计，以及人事管理、营销管理、系统科学、行为科学等；另一类是各种应用领域的特殊管理知识和方法，如信息技术、医药、工程设计与施工、军事、行政、环境保护、社会改革等。

目前，项目管理领域有三个广为流行的知识体系：一是以欧洲国家为主体的体系——ICB，由国际项目管理协会(IPMA)编制；二是以美国为主的体系——PMBOK，由美国项目管理会(PMI)编制；三是以英国为主的体系——PRINCE(受控环境下的项目管理)，由英国政府商务部(OGC)开发。下面重点介绍 ICB、PMBOK 及中国的项目管理知识体系。

1. 国际项目管理协会(IPMA)的知识体系(ICB)

国际项目管理协会(IPMA)的项目管理知识体系(ICB，国际项目管理资质标准)包括项目管理中知识和经验的 42 个要素(28 个核心要素和 14 个附加要素)，个人素质的 8 个方面和总体印象的 10 个方面，并要求参与该体系的成员国必须建立适应本国项目管理背景的项目管理知识体系、按照 ICB 转换规则建立本国的国际项目管理专业资质认证国家标准——NCB。

ICB 的 42 个要素如下。

28 个核心要素：①项目和项目管理；②项目管理的实施；③按项目进行管理；④系统方法与综合；⑤项目背景；⑥项目阶段与生命周期；⑦项目开发与评估；⑧项目目标与策略；⑨项目成功与失败的标准；⑩项目启动；⑪项目收尾；⑫项目结构；⑬范围与内容；⑭时间进度；⑮资源；⑯项目费用与融资；⑰技术状态与变化；⑱项目风险；⑲效果量度；⑳项目控制；㉑信息、文档与报告；㉒项目组织；㉓团队工作；㉔领导；㉕沟通；㉖冲突与危机；㉗采购与合同；㉘项目质量管理。

14 个附加要素：①项目信息管理；②标准和规则；③问题解决；④谈判、会议；

⑤长期组织；⑥业务流程；⑦人力资源开发；⑧组织的学习；⑨变化管理；⑩行销、产品管理；⑪系统管理；⑫安全、健康与环境；⑬法律方面；⑭财务与会计。

2. 美国项目管理协会(PMI)的知识体系(PMBOK)

从1981年美国项目管理协会(PMI)组委会批准总结实践经验、制定项目管理“标准”的研究开始，经过三十多年的实践、探索、总结、提高和完善，2013年1月1日《项目管理知识体系指南》(Project Management Body of Knowledge，PMBOK)第5版正式颁布。PMBOK第5版提出了十大知识领域和47个过程，形成了一套独特而完整的科学体系。具体如表1-3所示。

表1-3 项目管理知识体系(PMBOK指南)第5版 知识体系表

过程组	启动过程组	规划过程组	执行过程组	监控过程组	收尾过程组
项目整合管理	制订项目章程	制订项目管理计划	指导与管理项目工作	监控项目工作 实施整体变更控制	结束项目或阶段
项目范围管理		规范范围管理 收集需求 定义范围 创建WBS 确认范围		控制范围	
项目时间管理		规划进度管理 定义活动 排列活动顺序 估算活动资源 估算活动持续时间 制定进度计划		控制进度	
项目成本管理		规划成本管理 估算成本 制定预算		控制成本	
项目质量管理		规划质量管理	实施质量保证	控制质量	
项目人力资源管理		规划人力资源管理 组件项目团队	建设项目团队	管理项目团队	
项目沟通管理		规划沟通管理	管理沟通	控制沟通	
项目风险管理		规划风险管理 识别风险 实施定性风险分析 实施定量风险分析 规划风险应对		控制风险	
项目采购管理		规划采购管理	实施采购	控制采购	结束采购
项目干系人管理	识别干系人	规划干系人管理		控制干系人参与	

3. 中国项目管理委员会(PMRC)的知识体系(C-PMBOK)

中国项目管理知识体系(Chinese-Project Management Body of Knowledge，C-PMBOK)是由中国项目管理研究委员会(PMRC)发起并组织实施的，2001 年 7 月推出了第 1 版，2006 年 10 月推出其第 2 版。

中国项目管理知识体系(C-PMBOK)以“与国际接轨并具有中国特色、兼顾知识体系的完整性和开放性、逐步完善和取得广泛的认同”为基本原则来编写，它吸取了世界各国 PMBOK 中已经成熟的内容和先进的概念和方法，遵循国际惯例，采用国际通用的术语，用中国人容易接受的方式和习惯来组织和阐述这些知识内容，反映了中国由计划经济向社会主义市场经济转型阶段的社会经济状况和实际需要。它尽可能覆盖了项目管理所涉及的各方面知识，形成了以项目管理共性知识为核心内容并方便在此基础上补充和扩展的框架。为了使 C-PMBOK 取得项目管理相关的各界人士的广泛认同，C-PMBOK 首先完成了中国项目管理知识体系纲要，并确认 C-PMBOK 的编写是一个逐步完善的过程，它应注重反映在中国项目实践中证明是正确的、适用的，以及能够被广泛接受的内容。

C-PMBOK 的基本框架(的)如图 1.2 所示。

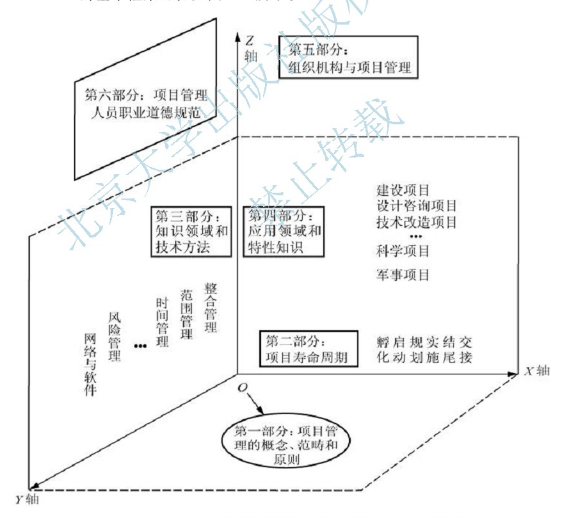


图 1.2　C-PMBOK 中国项目管理知识体系纲要的结构示意图

1.4 工程项目全生命周期

1.4.1 项目全生命周期的概念

项目的生命周期认为项目是一项具有起点、中间过程和终点的独特活动。传统的项目管理认为项目的生命周期包括4个阶段，即概念、规划、实施和收尾。这种思想是短视和不负责任的，因为一个项目在经历了概念、规划、实施和收尾工作之后，紧接着将是时间最漫长的运营与维护阶段，而运营与维护阶段也直接关系到该项目的效益。良好的运营与维护能很大程度上提高客户的认知度，保证项目的成功。项目全生命周期包括的阶段如图1.3所示。

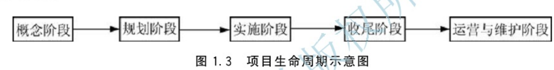


图1.3　项目生命周期示意图

项目全生命周期5个阶段分别包括若干具体工作，如表1-4所示。

表1-4　项目全生命周期各阶段工作内容

阶　段	工作内容
概念阶段	定义项目 确定关键角色 识别环境 测算预算和时间 可行性研究 确定项目目标
规划阶段	评价资源约束条件 确定项目组织 制订进度计划 风险评估
实施阶段	获取材料及服务 监理项目组织 有效的沟通和激励 信息管理 项目监督 应对变化 明确业绩

续表

阶　　段	工 作 内 容
收尾阶段	评估与验收 培训职能人员 处理资源 分流项目成员
运营与维护阶段	了解客户需求 估计维护费用 保证高效运转的技术支持

1.4.2　工程项目全生命周期概述

从业主的角度来看，一个拟建工程项目的生命周期可以用图 1.4 来表示。一个工程项目想要抓住时机满足市场的要求和需要，就要在概念性策划阶段考虑各种不同的可能性，分析每一方案的技术和经济可行性，以便选择最优方案。对所提方案的融资计划也要制订出来，同时应在考虑工期和可用现金流的基础上制定一个工程建设项目的实施进度方案。在明确地定义工程范围之后，要有详细的施工图设计用以指导施工，有明确的工程预算作为工程造价控制的依据。在物资采购和工程施工阶段，材料的交付和工程现场的施工都应该仔细的进行规划和控制。施工完毕之后，在工程交付使用之前通常都有一个短暂的试用期。最后，工程项目的最终管理权被移交给业主。

当然，图 1.4 所示的各阶段可能并不是严格按顺序进行的。根据工程的实际情况、工程规模大小和时间上的紧迫性，一些阶段可能会重复，而另外一些可能会平行开展或是搭接进行。此外，业主可能没有足够的能力来承担工程项目各阶段的管理工作，因此会寻求专职项目管理人员的帮助(如我国的建设监理)。从业主的角度来审视整个工程的生命周期，就应该把注意力集中在工程所有阶段中不同参与方的角色和他们按合同要求应该做的工作上。

工程项目的生命周期是复杂的。但是，正如图 1.4 所示，这个过程可以被分解成几个阶段，不同阶段的成果合在一起就组成了这个工程项目的最终成果。一般是业主在前期策

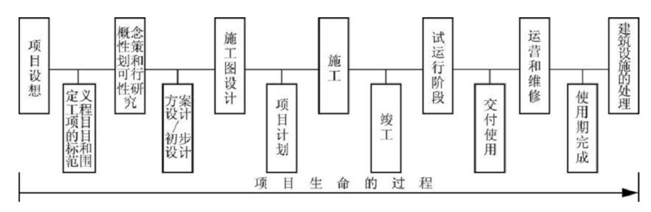


图 1.4　工程项目生命周期示意图

划和计划阶段直接参与有关的工作，但逐渐地，由于工程的复杂性，业主会在外界聘请专业人员来作为自己的项目咨询人员。

本章小结

通过学习本章，可以初步理解项目、工程项目的概念和特点，项目与日常运作之间存在哪些区别。21世纪作为项目的世纪，熟悉项目管理学科的发展历程和国内外知识体系的构成有助于学习者在今后的项目管理工作中找到差距，扬长避短。

项目不论大小，都有其完整的生命周期，生命周期的划分和各个阶段所包含的主要工作也是学习者需要掌握的内容。

习　题

1. 填空题

（1）现代项目管理认为，每个项目应具有4个目标，即：________、________、________和________。

（2）人类有组织的活动可以分为两类：________和________。

（3）________是项目管理者的首要目标。

（4）项目全生命周期包括________、________、________、________和________5个阶段。

（5）现代工程项目管理的发展具备________、________和________的趋势。

2. 选择题

（1）以下活动属于项目的是(　　)。(多选)

A. 班级组织一次秋游　　B. 南京组织青奥会

C. 生产车间组装手机　　D. 进行一次科研项目研究

（2）以下关于项目和日常作业区别的描述中，正确的是(　　)。(多选)

A. 项目没有明确的开始和结束时间

B. 日常作业是在相对封闭的环境中进行的，不确定因素少

C. 项目受资源的约束大

D. 日常作业的组织是富有弹性的组织

（3）下列关于项目的四维目标的描述，正确的是(　　)。(多选)

A. 如何让项目的产品使客户满意，是项目管理者的首要目标

B. 项目的质量目标越高越好

C. 通常情况下，进度目标和投资目标成反比

D. 通常情况下，投资目标和质量目标成反比

（4）以下属于工程实体的特殊性的是(　　)。(多选)

A. 工程项目实体体型庞大　　B. 空间上的固定性

C. 工程项目实体的单件性　　　　　　D. 建造过程的流动性

(5) 以下属于工程项目建造过程的特殊性的是(　　)。(多选)

A. 建造周期长　　　　　　B. 空间上的固定性

C. 建造过程的流动性　　　　　　D. 受环境的影响大

第2章 工程项目策划与决策

教学目标

本章主要讲述工程项目策划与决策的基本理论和方法。通过学习本章，应达到以下目标：

（1）了解工程项目策划的概念、分类、目的和项目管理规划的编制；

（2）熟悉可行性研究的概念、主要内容和组织结构设计的原则；

（3）掌握可行性研究的作用、阶段、工程项目管理模式和组织结构的基本形式。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
工程项目策划	（1）了解策划的概念、分类、作用； （2）明确工程项目前期策划的过程和主要工作	（1）项目构思的产生和选择； （2）项目的目标设计和项目定义； （3）项目建议书
工程项目可行性研究	（1）明确可行性研究作用、阶段划分； （2）熟悉可行性研究的主要内容	（1）可行性研究的概念和步骤； （2）可行性研究的作用和阶段划分； （3）可行性研究的主要内容和报批
工程项目管理模式策划	掌握几种重要的工程项目管理模式	（1）工程项目业主方管理模式； （2）工程项目的承发包管理模式； （3）工程项目融资管理模式
工程项目管理规划	了解项目管理规划的编制	（1）工程项目管理规划大纲； （2）项目管理实施规划
工程项目管理的组织	（1）遵循组织结构设计原则； （2）确定项目管理的组织结构	（1）组织、组织结构概念； （2）组织结构设计的原则； （3）直线型、职能型、直线参谋型、直线职能参谋型、矩阵型组织结构



工程项目策划；工程项目可行性研究；BOT模式；EPC/T模式；代建制模式；组织；组织结构



策划与决策是工程项目前期的两项重要任务。科学的决策需要策划，项目策划是工程项目建设成功

的前提，是项目管理的一个重要组成部分。而对于一个项目来说，最大的失误莫过于决策的失误。

1991 年开工建设，*1994* 年投产，总投资达 *7.8* 亿元的冶钢 *170* 毫米无缝钢管厂，投产四年不仅未赚一分钱，反而亏损 *4.3* 亿元。时任湖北冶钢集团有限公司董事长刘建新称，市场预测不准、决策严重失误是这一项目失败的根本原因。

2.1 工程项目策划

2.1.1 工程项目策划的概念

工程项目策划是指通过调查研究和收集资料，在充分占有信息的基础上，针对工程项目的决策和实施，或决策和实施的某个问题，进行组织、管理、经济和技术方面的科学分析和论证，旨在为项目建设的决策和实施增值。其增值反映在以下几方面。

（1）有利于项目的使用功能和建设质量的提高。

（2）有利于合理地平衡建设成本和运营成本的关系。

（3）有利于实现合理的建设周期。

（4）有利于提高社会效益和经济效益。

（5）有利于人类生活和工作的环境保护。

（6）有利于建筑环境的改善。

（7）有利于建设过程的组织和协调等。

2.1.2 工程项目策划的分类

工程项目策划可按多种方法进行分类。

1. 按项目策划的范围

按项目策划的范围可分为项目总体策划和项目局部策划。项目总体策划一般指在项目决策阶段所进行的全面策划；局部策划是指对全面策划分解后的一个单项性或专业性问题的策划。

2. 按策划项目的性质

按策划项目的性质分为新建项目策划、改建项目策划、扩建项目策划、迁建项目策划、恢复项目策划。

3. 按项目建设程序

按工程项目建设程序可分为工程项目决策阶段的策划和工程项目实施阶段的策划。

1）工程项目决策阶段的策划

工程项目决策阶段的策划(简称项目决策策划，又称为项目构思策划、项目前期策划）是在项目决策阶段所进行的总体策划，它的主要任务是提出项目的构思、进行项目的定义

和的定位，全面构思一个待建工程项目。即回答建设什么及为什么要建设的问题。

工程项目的提出，一般依据的是国际国内社会经济的发展趋势和当地远近期规划，以及提出者经营、生产或生活的需要。因此，项目决策策划必须以国家及当地法律法规和有关方针政策为依据，并结合国际国内社会经济的发展趋势和实际的建设条件进行。

项目决策策划的主要内容包括：①项目性质、用途、建设规模和建设水准的策划；②项目在社会经济发展中的地位、作用和影响力的策划；③项目的总体功能、项目系统内部各单项单位工程的构成，以及各自的功能和相互关系、项目内部系统与外部系统的协调和配套的策划；④其他与项目构思有关的重要环节的策划。

2）工程项目实施阶段的策划

工程项目实施阶段的策划(简称为项目实施策划)是指把项目决策付诸实施而形成的具有可行性、可操作性和指导性的项目实施方案。其是在实施阶段的前期完成，为项目管理服务，最主要的任务是确定如何组织开发和建设该项目，即回答怎么建的问题。项目实施策划一般包括以下内容：①项目组织策划。②项目融资策划。③项目控制策划。④项目管理策划。

除此之外，有的项目还进行项目运营策划。项目运营策划在项目实施阶段完成，用于指导项目动用准备和项目运营，并在项目运营阶段进行调整和完善。

2.1.3 工程项目策划的作用

1. 明确项目系统的构建框架

工程项目策划的首要任务是根据项目建设意图进行项目的定义和定位，全面构思一个拟建的项目系统。在明确项目的定义和定位的基础上，通过项目系统的功能分析，确定项目系统的组成结构，使其形成完整配套的能力。提出项目系统的构建框架，使项目的基本构想变为具有明确的内容和要求的行动方案，是进行项目决策和实施的基础。

2. 为项目决策提供保证

根据工程项目的建设程序，工程项目投资决策是建立在项目的可行性研究分析评价基础上的，可行性研究中的财务评价、国民经济评价和社会评价的结论是项目投资的重要决策依据。可行性研究的前提是建设方案本身及其所依据的社会经济环境、市场和技术水平，而一个与社会经济环境、市场和技术水平相适应的建设方案的产生，并不是由投资者的主观愿望和某些意图的简单构想就能完成的，必须通过专家的认真构思和具体策划，并进行实施的可能性和可操作性分析，才能使建设方案建立在可运作的基础上。因此，只有经过科学的、周密的项目策划，才能为项目的投资决策提供客观的、科学的基本保证。

3. 全面指导项目管理工作

工程项目策划是根据策划理论和原则，密切结合具体项目的整体特征，对项目的发展和实施管理的全过程进行描述。不仅要把握项目系统总体发展的规律和条件，同时还深入到项目系统构成的各个层面，针对项目各个阶段的发展变化对项目管理方案提出系统的具有可操作性的构想。因此，项目策划可直接成为指导项目实施和项目管理的基本依据。

2.1.4　工程项目前期策划的过程和主要工作

工程项目前期策划是一个相当复杂的过程，不同性质的项目前期策划的内容不同，工作步骤也不完全一样，大致过程如图 2.1 所示。

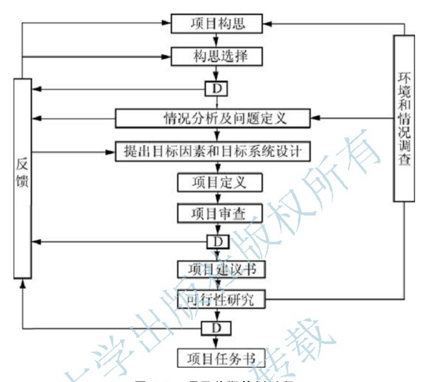


图 2.1　项目前期策划过程

1. 项目构思的产生和选择

任何项目都起源于项目的构思，对于不同的项目和不同的项目参加者，项目构思的起因不同，可能有以下几种。

(1) 通过市场研究发现新的投资机会、有利的投资领域和投资地点。

(2) 解决上层系统运行存在问题或困难。

(3) 实现上层组织的发展战略。

(4) 寻求项目业务机会等。

项目构思可能会很多，人们达到目的的途径和方法也可能很多，必须在它们中间作出选择，并经权力部门批准，以作进一步的研究。

2. 项目的目标设计和项目定义

1) 情况的分析和问题的研究

要进行成功的策划，必须有真实、完整的数据资料，为此应对上层系统状况、市场状况、组织状况、自然环境进行调查，对其中的问题进行全面罗列、分析、研究，确定问题的原因，为正确的项目目标设计和决策提供依据。

2) 项目的目标设计

工程项目的目标设计是项目决策策划的重要内容，也是工程项目实施的依据。要针对

实际情况和存在的问题提出目标因素，对目标因素进行优化，建立目标系统。

目标因素是指目标的构成要素，通常包括如下几类：①反映工程项目解决问题的程度。这是项目建成后所实现的功能和所达到的运行状态，如拟解决多少人的居住问题，能解决多大的交通流量，项目产品的的年产量或年增加量或项目产品的市场占有份额等。②工程项目本身的目标因素。如工程项目的建设规模、投产后的产值目标、利润目标、投资收益率和项目的时间目标等。③与工程项目相关的其他目标因素。如工程项目对自然和生态环境的影响，工程项目增加的就业人数，工程项目对企业或当地其他产业部门的连带影响，对国民经济和地方发展的贡献等。

3）项目的定义

项目的定义是指划定项目的目标系统范围，对项目的各个目标作出说明，并根据项目总目标对项目的总体实施方案进行策划。

4）项目的审查

项目的审查主要是对项目构思、情况和问题的调查和分析、目标设计过程和结果的审查。

5）提出项目建议书

项目建议书是对环境条件、存在问题、项目总体目标、项目定义和总体方案的说明和细化，同时提出在可行性研究中需考虑的各个细节和指标。

3. 可行性研究

即提出实施方案，并对实施方案进行全面的技术经济论证，看能否实现目标，它的结果作为项目决策的依据。可行性研究是项目前期决策阶段最重要的工作。

2.1.5 项目建议书

项目建议书是鉴别项目投资方向，对拟建项目的一个总体轮廓设想，着重从宏观上对项目建设的必要性作出分析衡量，并初步分析项目建设的可能性，向决策者提出建议，推荐项目。

1. 项目建议书的基本内容

项目建议书一般应包括：①建设项目提出的依据和必要性；②产品方案、市场前景、拟建规模和建设地点的初步设想；③资源状况、建设条件、协作关系及引进国别和厂商的初步分析；④投资估算和资金筹措的设想；⑤项目建设进度的设想；⑥项目经济效益和社会效益的初步测算；⑦结论与建议。

2. 项目建议书的编制和审批

1）编制单位

按照建设项目的隶属关系，由有关部门、地区、企业或投资人根据国民经济和社会发展的长远规划、行业规划、地区规划及经济建设方针、任务和技术经济政策等要求，结合资源情况、企业战略、建设条件等，在广泛调查研究、收集资料、踏勘建设地点、初步分析投资效果的基础上来进行编制。

2）审批

根据《国务院关于投资体制改革的决定》（国发［2004］20号），政府对于投资项目的管理分为审批、核准和备案3种方式。对于政府投资项目或使用政府性资金、国际金融组织和外国政府贷款投资建设的项目，继续实行审批制；对于企业不使用政府性资金投资建设的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。

继续审批项目建议书的建设项目包括以下几类。

（1）采用政府直接投资和资本金注入方式的建设项目，由国家发展和改革委员会审批或由国家发展和改革委员会审核报国务院审批；地方政府投资项目由国家发展和改革委员会审批。

（2）使用中央预算内投资、中央专项建设基金、中央统还国外贷款5亿元及以上的项目，由国家发展和改革委员会审核报国务院审批。

（3）使用中央预算内投资、中央专项建设基金、统借自还国外贷款的总投资50亿元及以上项目，由国家发展和改革委员会审核报国务院审批。

（4）对于借用世界银行、亚洲开发银行、国际农业发展基金会等国际金融组织贷款和外国政府贷款及与贷款混合使用的赠款、联合融资等国际金融组织和外国政府贷款投资项目：①由中央统借统还的项目，按照中央政府直接投资项目进行管理，其项目建议书由国家发展和改革委员会审批或审核后报国务院审批；②由省级政府负责偿还或提供还款担保的项目，按照省级政府直接投资项目进行管理，除应当报国务院及国家发展和改革委员会审批的项目外，其他项目的建议书均由省级发展和改革委员会审批，审批权限不得下放。

项目建议书获得批准并不表明项目可以投资，项目建议书不是项目的最终决策，只是国家选择建设项目和有根据地进行可行性研究的依据。


案例2-1

A医院新建综合楼项目建议书

一、总论

背景：为了全面落实《××市区域卫生规划》，加快医疗卫生领域的改革与发展，合理配置和有效利用卫生资源，提高卫生综合服务能力，以满足人民群众对医疗卫生服务的需求，成立了医疗卫生领域工作的重要任务。

1. 项目概况

项目名称：A医院新建综合楼项目

建设内容：新建综合楼规划占地面积约14 332m^2，建筑面积35 560m^2，地下1层，地上9层，裙房3层，设病床300张。项目总投资16 212.18万元，计划2年内建成。

2. 项目建设编制依据

《××市区域卫生规划》（2001—2010年）与A医院综合楼建设方案。

二、项目建设的必要性

（1）项目建设是实施《××市区域卫生规划》的需要。

（2）项目建设是改善就医环境、建设区“龙头医院”的需要。

（3）项目建设是满足日益增长的就医需求、改进管理的需要。

三、项目选址

该项目依照周边城市道路交通条件，总体规划构想将医院主入口设置在北侧，开向西青道，于门急诊医技楼背侧及东侧设置集散广场，用于疏导人流；急诊入口位于建筑东北端，规划有流畅的急救通道；住院部、后勤通道及职工出入口设置在东侧，开向二经路，兼做污物通道。其交通组织合理，人流、物流及污物通道互不干扰，方案较为可行。

四、总体方案

新建综合楼一座，总建筑面积35 560m²，床位300张，日门诊接待能力1 800人，其设施规模及水平达到现代化综合二级甲等医院要求。

项目主要技术经济指标如表2-1所示。

表2-1 项目主要经济指标

序号	名称	单位	指标	备注
1	病床位置	张	300	
2	规划占地面积	m²	14 332	
2	建筑占地面积	m²	6 111	
4	综合楼总建筑面积	m²	35 560	
	其中：地上建筑	m²	33 129	地上9层
	地下面积	m²	2 431	
	道路、广场面积	m²	5265	
	建筑密度	%	32.2	
	容积率		1.75	
	绿地率	%	40	含绿地停车
	机动车停车位	个	160	
5	公用工程			
	日最高用水量	m²/天	681.3	
	用电计算总负荷	kVA	2 845	
6	总投资	万元	16 212.18	

五、建筑工程

本工程构想为一栋地下1层、地上9层、裙房3层，内部集门诊、急诊、住院于一体的综合性建筑。建筑规划用地18 976m²，可用地10 220m²。建筑首层面积约6 111m²，2、3层每层面积约为5 841m²，4～9层每层面积约为2 431m²，局部第10层面积约为750m²，地下1层面积约为2 431m²，总建筑面积35 560m²。

六、公用工程

1. 道路交通(略)
2. 给排水(略)
3. 采暖通风(略)
4. 电气(略)
5. 设备(略)
6. 人防工程(略)
7. 无障碍设计(略)

七、环境保护(略)

八、消防(略)

九、劳动安全与卫生防疫(略)

十、投资估算及资金筹措

1. 投资估算编制依据

(1) 国家发改委与建设部颁发的《投资项目可行性研究指南》规定的投资估算范围。

(2) ××市建筑、安装工程预算基价(2004年)及2004年××市建设委员会颁发的有关工程造价信息。

(3) 国内类似项目的投资。

(4) 其他费用依据国家及××市有关取费标准计取。

(5) 本建议书拟定的方案。

2. 投资估算编制说明(略)

3. 投资估算(略)

4. 资金筹措与投资计划

本项目总投资16 212.18万元人民币。资金来源全部为区政府财政资金。本项目总投资计划在3年内投入。第1年投入比例为30%,第2年投入比例为60%,第3年投入比例为10%。

十一、初步经济分析

1. 编制依据

(1) 国家现行的相关财税制度与规定。

(2) 项目单位提供的有关资料、财务报表等。

2. 关于本项目基础数据的确定原则

(1) 收入估算。A医院收入主要包括财政补助收入、医疗收入、药品收入、其他收入。预测医疗收入约2 199万元,财政补助收入约286万元,药品、制剂收入约1 967万元,由此,估计年均收入约为4 452万元。

(2) 支出估算。主要包括医疗支出、药品支出、财政专项支出和其他支出。根据目前情况统计,估计医疗性支出约为1 455万元,药品支出约为1 635万元,工资性支出及管理费约为1 317万元,由此,估计年平均支出约为4 407万元。

所以,新建综合楼工程完工后,预计年收入总额4 452万元,年支出总额4 407万元,不会给地方财政造成额外负担。

十二、项目实施进度表

项目建议书编制及审批:2006.1—2006.6

可行性研究编制及审批:2006.6—2006.7

扩建及施工图设计:2006.7—2006.9

基础工程:2006.9—2007.2

主体工程:2007.2—2008.1

装修工程及设备安装:2008.1—2008.4

竣工验收及投入使用:2008.4—2008.5

十三、结论(简略)

综合上述内容,应申请上级部门尽早批复立项,然后再作进一步可行性论证。

资料来源:王雪青.工程项目管理[M].北京:高等教育出版社,2011.

2.2 工程项目可行性研究

对工程项目进行可行性研究是工程项目管理中的一项重要的基础性工作，是保证建设项目以最小投入获取最佳效果的科学方法。可行性研究在项目投资决策和项目建设与管理中具有十分重要的作用。

2.2.1 可行性研究的概念

项目可行性研究是在项目是指否决策建设之前，对项目有关的技术、经济、社会、环境等各方面进行调查研究，从技术经济角度上分析论证各种可能的拟建方案，研究技术上的先进性、适用性与可靠性，经济上的合理性、有效性与建设上的可能性，进而对项目建成后的经济效益、社会效益、环境效益等进行科学的预测和评价，为项目投资决策提供依据。

可行性研究是在项目投资决策之前，运用科学的手段和方法，对项目建设方案所进行的系统的、科学的、综合的研究、分析、论证的一种工作方法。它的目的是保证拟建项目在技术上先进、可行，经济上合理、有利。

2.2.2 可行性研究的产生和发展

可行性研究最早应用是在20世纪30年代。当时美国为了开发田纳西流域而首次进行了可行性研究，事先对该工程项目的建设必要性、技术先进性、经济合理性等进行了科学的分析论证，为该项目的开发和利用带来了显著的成效。第二次世界大战以后，特别是在20世纪60年代以来，随着科学技术、经济和管理的不断发展，可行性研究得到了迅速发展，形成了一套比较完善的理论、工作程序和评价方法。它的应用范围也不断扩大，不仅应用于投资项目的决策分析、新产品的开发，还渗透到工农业生产经营管理、区域发展规划等多方面。1978年，联合国工业发展组织(简称UNIDO)编写了《工业可行性研究手册》，简称为《手册》，用于指导工业投资开发项目可行性研究。1992年，联合国工业发展组织在总结了《手册》应用十余年经验的基础上，改写了《手册》第2版。目前，联合国、世界银行、亚洲开发银行等国际组织援助发展中国家的投资项目，都普遍采用了可行性研究方法。

中国政府结合中国建设具体情况，吸收了这一国际上成功的经验，对开展可行性研究提出了具体要求。1979年，国家有关部门邀请世界银行专家在中国举办可行性研究讲习班，介绍国外的可行性研究方法，此后，各部门又举办了多次可行性研究研讨班，开展对可行性研究的学习，并组织翻译出版了《工业可行性研究手册》和其他相关出版物。1981年1月，国务院在《技术引进和设备进口工作暂行条例》中，明确规定“所有技术引进和设备进口项目，都要编制项目建议书和可行性研究报告”。1983年2月国家计划委员会制定和颁发了《建设项目进行可行性研究的试行管理办法》，1991年又对此作了修订，该办法对我国基本建设项目可行性研究的编制程序、内容、审批等进行了规定。1993年由国

家计划委员会、建设部发布了《建设项目经济评价方法与参数》(第 2 版)。2004 年 7 月《国务院关于投资体制改革的决定》中提出，彻底改革不分投资主体、不分资金来源、不分项目性质，一律按投资规律大小分别由各级政府及有关部门审批的办法，对于企业不使用政府投资建设的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。2006 年 7 月 3 日，由国家发展和改革委员会与住房和城乡建设部以发改投资［2006］1325 号文印发了《建设项目经济评价方法与参数》(第 3 版)，要求在开展建设项目经济评价工作中使用。《方法与参数》(第 3 版)的内容与 1993 年的第 2 版比较，方法部分和结构比第 2 版有较大调整，内容也比第 2 版更丰富。这是我国投资建设、工程咨询和工程建设领域里的一件大事。至此，中国有关建设项目可行性研究工作的管理已日趋完善，基本上能够满足建设项目决策的需要。

总之，随着对工程建设正、反两方面经验、教训的总结、反思，国内外各界都非常重视项目投资前的研究工作，无论新建或改扩建工程，都把项目可行性研究作为工程建设的首要环节，以综合论证拟建项目在技术上的先进性、可行性和经济上的合理性、赢利性。

2.2.3 可行性研究的作用

(1) 作为项目投资决策的依据。可行性研究对于工程项目有关的各个方面都进行了调查研究和分析，并论证了工程项目的先进性、合理性、经济性和环境性，以及其他方面的可行性，项目决策者主要是依据可行性研究的结果来作项目是否应该投资和应该如何投资的决策。

(2) 作为编制设计文件的依据。可行性研究工作中，对项目的建设方案、产品方案、建设规模、厂址、工艺流程、主要设备选型和总图布置等方面都进行了比较详细的论证和研究，可直接作为初步设计的准则和依据，而且不能随意改动。

(3) 作为筹集资金和向银行申请贷款的依据。一般的金融机构在进行建设项目的贷款时，不仅要看贷款主体本身的资产、信用及效益情况，而且还要考察项目自身的情况，可行性研究报告是最重要的参考依据。对于世界银行等具有福利性的国际金融组织来讲，可行性研究报告是申请项目贷款时必不可少的重要文件。在我国，国家开发银行、建设银行、工商银行等在进行大额贷款时，一般也要审查项目的可行性研究报告。风险投资机构不同于一般的金融机构，它是以项目成果作为贷款回收的担保，因而需要对贷款的项目进行研究和了解，其了解的内容在很大程度上来自于项目的可行性研究报告。

(4) 作为与各协作单位签订合同和有关协议的依据。根据项目的可行性研究报告，项目建设单位可以与有关协作单位确定供水、供电、供气、运输、通信、原料、燃料等供应的协议。

(5) 作为环保部门、地方政府和规划部门审批项目的依据。建设项目开工前，必须由地方政府审批土地，规划部门审查项目建设是否符合城市规划，环保部门审查项目对环境的影响。这些审查都以可行性研究报告中总图布置、环境及生态保护方案等方面的论证为依据。因此，可行性研究报告为建设项目申请执照提供了依据。

(6) 作为项目科研试验、机构设置、职工培训和生产组织的依据。根据项目的可行性研究报告，对一些重大和疑难技术问题进行科学研究，解决技术难题，使技术方案更合理。同时，根据批准的可行性研究报告，进行与项目有关的生产组织工作；包括进行职工

技术培训、设置相应的组织机构及合理的组织生产等。

(7) 作为项目工程建设的基础资料。可行性研究报告中所附的工程地质、水文气象、地形、矿物资源等所有的分析论证资料，是检验工程质量和整个工程寿命期内追查事故责任的依据。

(8) 作为项目后评价的依据。建设项目的后评价是指在项目建成竣工验收并运行一段时间以后，评价项目实际运营效果是否达到预期目标。建设项目的预期目标是在可行性研究报告中确定的，因此，后评价应以可行性研究报告为依据，评价项目目标实现程度。

2.2.4 可行性研究的阶段和步骤

1. 可行性研究的阶段

根据可行性研究深度的不同，可以把可行性研究分为机会研究、初步可行性研究、详细可行性研究(最终研究，或称可行性研究)、项目评估与决策 4 个阶段。

1) 机会研究阶段

机会研究的主要任务是为建设项目的投资方向和设想提出建议，即在一个确定的地区和部门内，根据自然资源、市场需求、国家产业政策和国际贸易情况，通过调查、预测和分析研究，选择建设项目，寻找最佳的投资机会。

机会研究是比较粗略的，投资费用和生产(或营业)成本一般根据同类项目加以推断，误差一般要求约为±30%，研究费用一般约占总投资额的 0.2%～1.0%，时间一般为 1～3 个月。

2) 初步可行性研究阶段

初步可行性研究，也称为预可行性研究，是正式的详细可行性研究前的预备性研究阶段。主要是在项目建议书的基础上，进一步确认项目建设的必要性，初步进行方案的比较和选择，判断是否需要进行详细可行性研究。

这一阶段主要解决以下问题：一是弄清项目的概貌，包括建设规模、产品方案、原材料供应、厂址、工艺技术、组织机构设置和进度计划；二是对关键问题进行专题的辅助研究；三是初步估算投资额、成本和收入，计算主要经济效益指标；四是对众多的方案进行初步选择。

初步可行性研究得出的投资额误差一般要求约为±20%，研究费用一般约占总投资额的 0.25%～1.25%，时间一般为 4～6 个月。

3) 详细可行性研究阶段

详细可行性研究阶段又称为最终可行性研究阶段，通常简称为可行性研究，是项目前期研究的关键环节，是项目投资决策的基础。它为项目决策提供技术、经济、商业方面的评价依据，为项目的具体实施提供科学依据。

详细可行性研究的成果是可行性研究报告，这个报告必须对拟建项目给出明确的可行或不可行的结论。投资误差额一般要求约为±10%，研究费用一般约占总投资额的 0.2%～1.0%(大项目)或 1.0%～3.0%(中小项目)，时间一般为 8～12 个月或更长。

4) 项目评估与决策阶段

项目评估与决策是对可行性研究报告进行评估和审查，分析它的内容是否全面，所采

用的研究方法是否正确，判断可行性研究结论的可靠性和真实性，对项目作出最终决策。

可行性研究各阶段的对比参照表 2-2。

表 2-2　项目可行性研究的阶段及内容深度比较

项目＼工作阶段	机会研究	初步可行性研究	详细可行性研究	项目评估与决策
工作性质	项目设想	项目初选	项目拟定	项目评估
工作内容	鉴别投资方向，寻找投资机会(地区、行业、资源和项目的机会研究)，提出项目投资建议	对项目作专题辅助研究，广泛分析、筛选方案，确定项目的初步可行性研究	对项目进行深入细致的技术经济论证，重点对项目进行财务效益和经济效益分析评价，作多方案比较，提出项目投资的可行性和选择依据标准	综合分析各种效益，对可行性研究报告进行评估和审核，分析判断项目可行性研究的可靠性和真实性，对项目作出最终决策
工作成果及作用	提出项目建议，作为制订经济计划和编制项目建议书的基础，为初步选择投资项目提供依据	编制初步可行性研究报告，判定是否有必要进行下一步详细可行性研究，进一步判明建设项目的生命力	编制可行性研究报告，作为项目投资决策的基础和重要依据	提出项目评估报告，为投资决策提供最后决策依据，决定项目取舍和选择最佳投资方案
估算精度(%)	30	20	10	10
费用占总投资的百分比(%)	0.2～1.0	0.25～1.25	大项目：0.2～1.0 中小项目：1.0～3.0	
需要时间/月	1～3	4～6	8～12 或更长	—


案例 2-2

黄河小浪底工程的论证决策过程

小浪底水利枢纽是黄河干流三门峡以下唯一能够取得较大库容的控制性工程，既可较好地控制黄河洪水，又可利用其淤沙库容拦截泥沙，进行调水调沙运用，减缓下游河床的淤积抬高。黄河小浪底的开发论证经历了近半个世纪的漫长历程。

1. 小浪底坝址的历次论证

新中国成立以后，为了实现“变害河为利河”的治黄总目标，在大力进行下游修防保证防洪安全的同时，积极开展了治本的各项准备工作，广泛开展了黄河水文、地质、社经等基本资料的收集和研究。

1955 年 7 月，在全国一届人大二次会议上审议通过了《关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划》的报告，标志着治理黄河事业进入了一个全面治理、综合开发的新阶段，是治黄史上的里程碑。按照这个规划，在黄河干流上要建设 46 个梯级工程，三门峡被选择作为第一期重点开发工程。黄河技经报告确定三门峡水库正常高水位 350m，总库容 360 亿立方米，设计允许泄量 8 000m^3/s。报告认为三门峡水库与伊、洛、沁河水库联合运用，黄河下游防洪问题将得到全部解决。规划中的小浪底为第 40 级工

程，壅高水位27m(低坝方案)，总库容2.4亿立方米，装机300MW，为径流式电站。三门峡至小浪底130km，河段规划有任家堆、八里胡同和小浪底三个梯级。按照这个规划，三门峡水库共淹没农田200万亩，迁移人口60万人。为了减轻移民困难，库水位拟采取分期抬高初期最高水位不超过335.5m，共需移民21.5万人，其余移民可根据需要在15～20年内陆续迁移。规划水库堆沙库容147亿立方米，认为库区泥沙淤积问题必须与黄土高原内全面的水土保持措施结合起来解决。

1958年12月，水利部黄河水利委员会(以下简称黄委会)在完成的《黄河综合治理三大规划草案》中，提出三门峡至小浪底区间的二级开发方案，即八里胡同与小浪底合并成一级开发(小浪底中坝方案)，壅高水位96m，总库容41.5亿立方米，开发任务为发电、防洪和灌溉，装机1 220MW。1959年12月，黄委会在完成的《黄河下游综合利用补充报告(草案)》中，又提出任家堆、八里胡同、小浪底三级开发合并为一级开发方案，正常高水位280m，总库容117亿立方米，装机2 200MW，枢纽的主要任务为发电、灌溉。

2. 小浪底工程的开发目标定位

三门峡水库由于严重淤积，潼关高程抬高，渭河泄流不畅，影响了防洪。1958年花园口出现以三门峡至花园口区间暴雨洪水为主的大洪水，洪峰流量22 300m^3/s，说明黄河下游的防洪问题仍十分严重。在1967年的山西、陕西、河南、山东四省治黄会议上就提出了兴建小浪底水库的问题。1970年黄委会在所编制的《黄河三秦间(三门峡至秦厂)干流规划报告》中，提出小浪底水库正常高水位265m，总库容91.5亿立方米的三小间河段一级开发方案，枢纽任务为防洪、防凌、发电、灌溉，首次把小浪底主要开发目标由发电灌溉改为防洪和防凌。

1975年8月上旬，淮河流域发生罕见的特大暴雨，造成库坝失事，给国民经济和人民生命财产带来严重损失，这为黄河下游防洪安全又一次敲响了警钟。经过分析，如果这场暴雨北移至三门峡至花园口区间，可能产生4万立方米/秒以上的特大洪水，远远超过下游的防护标准，必将会发生严重后果。为此，河南、山东两省和水利电力部联合向国务院报送《关于防御黄河下游特大洪水意见的报告》，提出在三门峡以下黄河干流上修建小浪底水库或桃花峪水库；于1976年6月提出《黄河小浪底水库规划报告》，推荐小浪底正常高水位275m的高坝方案，总库容112亿立方米，电站装机1 150MW，并把防洪和减淤作为开发任务的重点。1980年11月水利部对小浪底、桃花峪工程规划进行了审查讨论，认为小浪底优于桃花峪水库，责成黄河委会抓紧小浪底水库设计工作。

1983年3月，国家计委和中国农村发展研究中心在北京联合召开了小浪底水库工程论证会，参加会议的有国务院有关部委、省市和科研、设计、高等院校的领导、专家和工程技术人员近百人。代表们对兴建小浪底工程的重要性取得了共识。会后，宋平和杜润生向国务院提出了《关于小浪底水库论证报告》。报告指出，小浪底水库处在控制黄河下游水沙的关键部位，是黄河干流三门峡以下唯一能够取得较大库容的重大控制工程，在治黄中具有重要的战略地位，小浪底水库的主要任务应该是防洪减淤。

3. 立项决策

1984年8月，黄委会设计院完成了《黄河小浪底水利枢纽可行性研究报告》，原水利电力部组织专家进行了审查。审查意见认为兴建小浪底水利枢纽是非常必要的，同意小浪底水利枢纽的开发任务为“以防洪(包括防凌)、减淤为主，兼顾供水、灌溉和发电”。工程最终规模应力争达到可行性研究报告中推荐的最高蓄水位275m的方案。同意小浪底枢纽为一级工程，主体工程为一级建筑物。可行性研究报告提出施工期为11年，总投资34亿元。要求在初步设计中进一步研究采用新技术，改进施工方法，提出经济合理并切实可行的工期和造价。

1984年12月，原水利电力部在“关于下达黄河小浪底水利枢纽设计任务书”的通知中指出：鉴于小浪底水利枢纽的水文、泥沙及工程地质条件复杂，工程量较大，国内尚缺乏实际经验，因此经国家计委批准，初步设计中有关工程地质评价和处理方法，枢纽总体布置和水工建筑物设计，以及施工方法、总工期和工程概算等部分，由黄委会和美国柏克德公司进行轮廓设计，其余部分由黄委会负责完成，并汇总成统一的初步设计。

1986年5月，原国家发展计划委员会委托中国国际工程咨询公司对小浪底水利枢纽设计任务书进行

了评估。评估意见认为，小浪底水利枢纽是当前治理黄河下游现实可行的方案，明确小浪底水利枢纽的开发目标为“以防洪(包括防凌)、减淤为主，兼顾供水、灌溉和发电，蓄清排浑，除害兴利，综合利用”。正常高水位275m，水库总库容126.5亿立方米，其中防洪和调水调沙共51亿立方米为长期有效库容。设计正常死水位230m，淤沙库容75.5亿立方米，枢纽按千年一遇洪水设计，万年一遇洪水校核。电站装机6×260MW。评估意见认为，在水工设计安全可靠的条件成熟和财力许可时，宜尽早兴建小浪底水利枢纽。原国家发展计划委员会以计农［1987］52号文“关于审批黄河小浪底水利枢纽工程设计任务书的请示”呈报国务院，并以计农［1987］177号文通知水利部，上述请示业经国务院领导批准。黄委会设计院按计委批示于1987年2月—1988年7月全面开展小浪底水利枢纽初步设计工作。

资料来源：郑文新．土木工程项目管理［M］．北京：北京大学出版社，2011.

2. 可行性研究的步骤

可行性研究是一项专业性和技术性非常强的工作，为了按时高质量地完成可行性研究报告，必须按一定的步骤进行。可行性研究报告的编制步骤大致可以概括为图2.2。

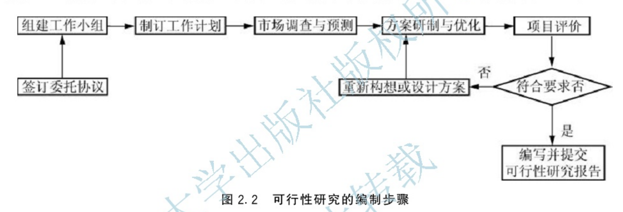


图2.2　可行性研究的编制步骤

1）签订委托协议

可行性研究编制单位与委托单位，应就项目可行性研究工作的范围、内容、重点、深度要求、完成时间、经费预算和质量要求交换意见，并签订委托协议，据此开展可行性研究各阶段的工作。

2）组建工作小组

根据委托项目可行性研究的范围、内容、技术难度、工作量、时间要求等组建项目可行性研究工作小组。一般工业项目和交通项目可分为市场组、工作技术组、设备组、工程组、总图运输及公用工程组、环保组、技术经济组等专业组。各专业组的工作一般应由项目负责人统筹协调。

3）制订工作计划

内容包括各项研究工作开展的步骤、方式、进度安排、人员配备、工作保证条件、工作质量评定标准和费用预算，并与委托单位交换意见。

4）市场调查与预测

市场调查的范围包括地区及国内外市场、有关企事业单位和行业主管部门等，主要搜集项目建设、生产运营等各方面所必需的信息资料和数据。市场预测主要是利用市场调查所获得的信息资料，对项目产品未来市场供应和需求信息进行定性与定量分析。

5）方案研制与优化

在调查研究、搜集资料的基础上，针对项目的建设规模、产品规格、场址、工艺、设

备、总图、运输、原材料供应、公用工程和辅助工程组织机构设置、实施进度等，提出备选方案。进行方案论证比选优化后，提出推荐方案。

6）项目评价

对推荐方案进行环境评价、财务评价、国民经济评价及风险分析，以判别项目的环境可行性、经济合理性和抗风险能力。当有关评价指标结论不足以支持项目方案成立时，应重新构想方案或对原设计方案进行调整，有时甚至完全否定该项目。

7）编写并提交可行性研究报告

由各专业组分工编写专业方案报告，经项目负责人衔接、协调和综合汇总后，提出可行性研究报告初稿。再与委托单位交换意见，修改完善后，向委托方提交正式的可行性研究报告。

2.2.5 可行性研究报告的内容

根据原国家发展计划委员会审定发行的《投资项目可行性研究指南》（2002 年版）中“可行性研究报告编制步骤与要求”中的规定，工业项目可行性研究报告的内容包括以下方面。

1. 总论

总论是对拟建项目概况性的论述，主要包括以下内容。

（1）项目提出的背景与概况。

（2）可行性研究报告编制的依据。

（3）项目建设条件。

（4）问题与建议。

2. 市场预测

市场预测包括市场调查和预测，是可行性研究的重要环节，主要包括以下内容。

（1）市场现状调查。

（2）产品供需预测。

（3）价格预测。

（4）竞争力与营销策略。

（5）市场风险分析。

3. 资源条件分析

资源是工程建设项目的重要条件，对其进行分析的主要内容包括以下几项。

（1）资源的可利用量。

（2）资源的品质情况。

（3）资源的赋存条件。

（4）资源的开发价值。

4. 建设规模与产品方案

（1）建设规模与产品方案的构成。

（2）建设规模与产品方案的比较。
（3）推荐的建设规模与产品方案。
（4）技术改造项目推荐方案与原企业设施利用的合理性。

5. 场(厂)址选择

（1）场(厂)址现状及建设条件描述。
（2）场(厂)址方案比较。
（3）推荐场(厂)址方案。
（4）技术改造项目场(厂)址与原企业场(厂)址的关系。

6. 技术设备工程方案

（1）技术方案选择。
（2）主要设备方案选择。
（3）工程方案选择。
（4）技术改造项目技术设备方案与改造前方案比较。

7. 原材料、燃料供应

（1）主要原材料供应方案选择。
（2）燃料供应方案选择。

8. 总图、运输方案与公用辅助设施

（1）总图布置方案。
（2）场(厂)内外运输方案。
（3）公用工程与辅助工程方案。
（4）技术改造项目与原企业设施的协助配套。

9. 节能措施

（1）节能措施。
（2）耗指标分析(技术改造项目应与原企业能耗比较)。

10. 节水措施

（1）节水措施。
（2）水耗指标分析(技术改造项目应与原企业水耗比较)。

11. 环境影响评价

（1）环境推荐调查。
（2）影响环境因素分析。
（3）环境保护措施。
（4）技术改造项目与原企业环境状况比较。

12. 劳动安全、卫生与消防

（1）危险因素和危害程度分析。
（2）安全防范措施。

(3) 卫生保健措施。

(4) 消防措施。

(5) 技术改造项目与原企业的比较。

13. 组织机构与人力资源配置

(1) 组织机构设置及其适应性分析。

(2) 人力资源配置。

(3) 员工培训。

14. 项目实施进度

(1) 建设工期。

(2) 实施进度安排。

(3) 技术改造项目的建设与生产的衔接。

15. 投资估算

(1) 投资估算范围与依据。

(2) 建设投资估算。

(3) 流动资金估算。

(4) 总投资额及分年投资计划。

16. 融资方案

(1) 融资组织形式选择。

(2) 资本金筹措。

(3) 债务资金筹措。

(4) 融资方案分析。

17. 财务分析

(1) 财务评价基础数据与评价参数选取。

(2) 销售收入与成本费用估算。

(3) 编制财务评价报表。

(4) 赢利能力分析。

(5) 偿债能力分析。

(6) 不确定性分析。

(7) 财务评价结论。

18. 国民经济评价

(1) 影子价格与评价参数选取。

(2) 效益与费用调整范围。

(3) 效益与费用数值调整。

(4) 编制国民经济评价报表。

(5) 计算国民经济评价指标。

(6) 国民经济评价结论。

19. 社会评价

（1）项目对社会影响分析。
（2）项目所在地互适性分析。
（3）社会风险分析。
（4）社会评价结论。

20. 风险分析

（1）项目主要风险。
（2）风险程度分析。
（3）防范与降低风险对此。

21. 研究结论与建议

（1）推荐方案总体描述。
（2）推荐方案的优缺点描述。
（3）主要对比方案。
（4）结论与建议。

应该指出的是，由于建设项目的类型繁多，且每一类项目各有特点，因此，可行性研究的具体内容也有区别，在具体编制各类项目的可行性研究报告时，应按照各类项目的现行可行性研究报告编制规定进行，如《水利水电工程可行性研究报告编制规程》《农业综合开发土地治理项目可行性研究报告提纲》、国家经济贸易委员会《关于编制外商投资商业项目可行性研究报告(代项目建议书)有关问题的通知》等。

2.2.6 可行性研究的报批

根据《国务院关于投资体制改革的决定》（国发［2004］20号），建设项目可行性研究报告的审批与项目建议书的审批相同，即：对于政府投资项目或使用政府性资金、国际金融组织和外国政府贷款投资建设的项目，继续实行审批制，需报批可行性研究报告；对于企业不使用政府性投资资金(国际金融组织和外国政府贷款属于国家主权外债，按照政府性投资资金项目管理办法管理)的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制，无须报批项目可行性研究报告。

2.3 工程项目管理模式策划

工程项目管理模式是指一个工程项目建设的基本组织模式及在完成项目过程中各参与方所扮演的角色及合同关系。工程项目管理的模式确定了工程项目管理的总体框架及项目参与各方的职责、义务和风险分担，因而在很大程度上决定了项目的合同管理方式，以及造价、工程质量和建设速度。工程项目管理模式的选择是项目策划阶段的重要工作之一。多年来，在工程实践中形成了多种工程项目管理模式，并且这些模式正在不断得到创新和完善。管理模式可以从不同的角度进行分类，本节从工程项目管理的内涵角度进行分类，

可以分为业主方管理模式、承发包方管理模式和项目融资管理模式。

2.3.1 工程项目业主方管理模式

1. 业主自行管理模式

业主自行组织项目管理机构进行全过程项目管理，项目完成后，项目管理机构即解散。由于项目管理机构是临时的，所以往往缺乏经验，不利于项目目标的实现。另外，业主也经常聘用投资咨询、监理公司等协助进行部分管理，但主要工作由业主方自行完成。

2. 业主委托管理模式

1）项目管理(Project Management，PM)服务模式

项目管理服务模式是指从事工程项目管理的企业受业主委托，按照合同约定，代表业主对工程项目的组织实施进行全过程或若干阶段的管理和服务。

项目管理企业按照合同约定，在工程项目决策阶段，为业主编制可行性研究报告，进行可行性分析和项目策划；在工程项目的准备和实施阶段，为业主提供招标代理、设计管理、采购管理、施工管理和试运行等服务，代表业主对工程项目进行质量、安全、进度、费用、合同、信息等管理和控制。项目管理企业不直接与该工程项目的总承包企业或勘察、设计、供货、施工等企业签订合同。项目管理企业一般应按照合同约定承担相应的管理责任。

采用 PM 模式的优点是能够利用专业项目管理单位的管理经验，有利于缩短项目工期，对总成本、进度和质量控制比传统的施工合同更有效。但是，增加了业主的额外费用；业主与设计单位之间通过项目管理单位进行沟通，不利于提高沟通质量；项目管理单位的职责不易明确。因而，PM 模式主要用于大型项目或大型复杂项目，特别是业主的管理能力不强的情况。

2）项目管理承包(Project Management Contracting，PMC)模式

项目管理承包模式在我国建设领域中还是一个新的管理方式，近几年来国内在大型合资项目中有所应用。项目管理承包是指工程项目管理企业按照合同约定，除完成项目管理服务(PM)的全部工作内容外，还可以负责完成合同约定的工程初步设计(基础工程设计)等工作。该模式把项目分为两个阶段来实施，即定义阶段和执行阶段。项目管理承包模式如图 2.3 所示。管理承包商一方面与业主签订合同，另一方面与施工承包商签订合同，一般情况下，PMC 管理承包单位不参与具体工程施工，而是将施工任务分包给施工承包商。项目管理承包企业一般应当按照合同约定承担一定的管理风险和经济责任。PMC 模式多用于大型的、技术含量高的项目中。

采用 PMC 模式可充分发挥管理承包商在项目管理方面的专业技能，统一协调和管理项目的设计与施工，减少矛盾；管理承包商负责管理施工前阶段和施工阶段，有利于减少设计变更；业主与管理承包商的合同关系简单、组织协调比较有利，可以提早开工，有利于缩短工期。PMC 模式的缺点是业主与施工承包商没有合同关系，控制施工难度较大；业主对工程费用也不能直接控制，费用目标控制存在很大风险。

3）“代建制”模式

1993 年开始，中国部分省市针对政府投资项目“投资、建设、管理、使用”四位一

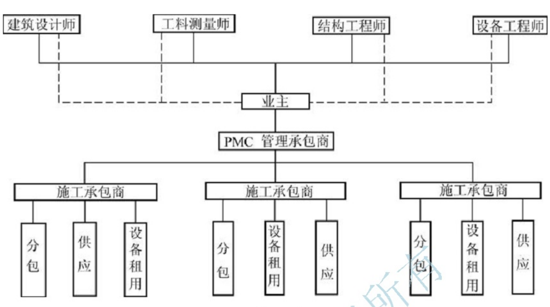


图 2.3 项目管理承包(PMC)模式

体的弊端，以及由此导致的各方行为主体责任不明确、过程无法有效控制等问题，通过采用招标或直接委托等方式，将一些基础设施和社会公益性的政府投资项目委托给一些有实力的专业公司，由这些公司代替业主对项目实施建设，并在改革中不断对这种方法加以完善，逐步发展成为现在的项目代建制度。

"代建制"是指投资方经过规定的程序，委托相应资质的工程管理公司或具备相应工程管理能力的其他企业、代理投资人或建设单位组织和管理项目建设的模式。"代建制"是一种特殊的项目管理方式。"代建制"除项目管理的内容外，还包括项目策划，报批，办规划、土地、环评、消防、市政、人防、绿化、开工等手续，采购施工承包商和监理服务单位等内容。

2004 年 7 月 16 日，国务院正式批准的《关于投资体制改革的决定》指出：对非经营性政府投资项目加快推行"代建制"，即通过招标等方式，选择专业化的项目管理单位负责建设实施，严格控制项目投资、质量和工期，竣工验收后移交给使用单位。

从工程项目的代建范围来分，"代建制"的实施方式分为全过程代建和两阶段代建。

(1) 全过程代建。即委托人根据批准的项目建议书，面向社会招标代建人，由代建人根据批准的项目建议书，从项目的可研报告开始介入，负责可研报告、初步设计、建设实施乃至于竣工验收的管理。

(2) 两阶段代建。即将建设项目分为项目前期工作阶段代建和项目建设实施阶段代建。

4) 代理型 CM 模式("Agency" CM 模式)

CM(Construction Management)模式又称阶段发包方式(Phased Construction Method)或快速轨道方式(Fast Track Method)，是国外较为流行的一种管理模式。其最早产生于美国。1968 年，汤姆森等人受美国建筑基金会的委托，在美国纽约州立大学研究关于如何加快设计和施工速度及如何改进控制方法的报告中，通过对许多大建筑公司的调查，在综合各方面经验的基础上，提出了快速路径方法，又称为阶段施工法。这种方法的基本特征是将设计工作分为若干阶段(如基础工程、上部结构工程、装修工程、安装工程)完成，

每一阶段设计工作完成后，就组织相应工程内容的施工招标，确定施工单位后即开始相应工程内容的施工。与此同时，下一阶段的设计工作继续进行，完成后再组织相应的施工招标，确定相应的施工单位。其建设实施与传统模式比较如图 2.4 所示。

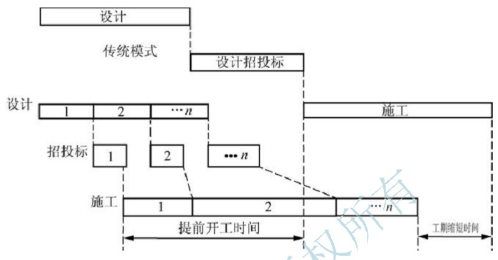


图 2.4 CM 模式与传统模式比较

CM 模式可分为代理型 CM 模式(如图 2.5 所示)和风险型 CM 模式两种。

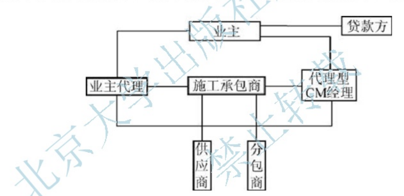


图 2.5 代理型 CM 管理模式

在代理型 CM 模式中，业主直接与承包商签订合同；而风险型 CM 模式是 CM 经理直接与承包商签订合同。采用代理型 CM 模式，CM 经理作为业主的咨询人员和现场代理，为业主提供某一阶段或全过程的服务，CM 经理的工作是负责协调设计和施工之间及不同承包商之间的关系。项目管理公司的报酬一般是以固定酬金加管理费的办法计取的。

代理型 CM 模式的优点是业主可自由选定工程咨询人员；招标前可确定完整的工作范围和项目原则；完善的管理与技术支持；缩短工期，节省投资。缺点是 CM 经理不对进度和成本作出保证；索赔与变更的费用可能较高，业主风险大。

5）设计—管理模式

设计—管理模式通常是指由同一单位向业主提供设计和施工管理服务的项目管理方式。设计—管理模式可以通过两种方式实施，如图 2.6 和图 2.7 所示。

形式一是业主与设计—管理公司和施工总承包商分别签订合同，由设计—管理公司负责设计并对项目实施进行管理。形式二是业主只与设计—管理公司签订合同，由设计公司分别与各个单独的承包商和供应商签订分包合同。

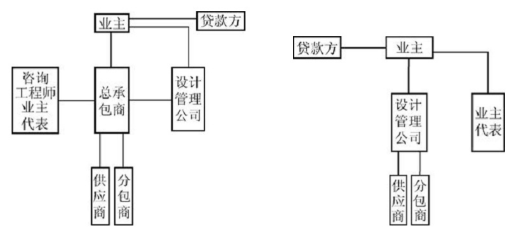


图 2.6　设计—管理模式(形式一)　　　图 2.7　设计—管理(模式二)

该模式的优点是通常以设计单位为主，可对总承包商或分包商采用阶段发包方式，从而加快工程进度；设计—管理公司的设计能力相对较强，能充分发挥其在设计方面的长项。缺点是由于设计—管理公司往往设计能力强，管理能力较差，因此无法有效管理施工承包商。

2.3.2　工程项目的承发包管理模式

1. 传统的发包模式

传统的发包模式又称为设计—招标—建造(Design-Bid-Build，DBB)模式，将设计、施工分别委托不同单位承担。这种模式在国际上最为通用，世行和亚行贷款项目及以国际咨询工程师联合会(FIDIC)合同条件为依据的项目等都采用这种模式。目前中国大部分工程项目采用这种模式。

这种模式由业主委托咨询工程师进行前期的可行性研究等工作，待项目立项后再进行设计，设计基本完成后协助业主通过招标选择承包商。业主和承包商签订工程施工合同，由承包商与分包商和供应商单独订立分包及设备材料的供应合同并组织实施。业主一般指派业主代表与咨询方和承包商联系，负责有关的项目管理工作。施工阶段的进度控制、质量控制、费用控制、安全控制等工作一般授权监理工程师进行。

这种模式的优点是：①管理方法比较成熟；②业主可自由选择咨询设计人员和监理单位，可控制设计要点；③通过招标来竞争价格对业主有利；④可采用标准的合同文本。

这种模式的缺点是：①工期太长；②管理和协调工作较复杂，业主管理费用较高，前期投入大；③总造价不易控制，变更时容易引起较多索赔；④出现质量事故时，设计和施工双方容易互相推卸责任。

2. 设计—建造(Design-Build，DB)模式

设计—建造模式是指工程总承包企业按照合同约定，承担工程项目设计和施工，并对承包工程的质量、安全、工期、造价全面负责的模式。该模式(如图 2.7 所示)因设计由承包商负责，减少了索赔；施工经验能够融入设计过程中，有利于提高可建造性；对投资和完工日期有实质的保障。但业主无法参与设计单位的选择，对最终设计和细节的控制能力

降低，总价包干可能影响项目的设计和施工质量。DB 模式比较适合于房屋建筑和大中型土木、电力、水利、机械等工程项目。

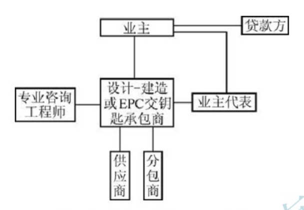


图 2.8 设计—建筑、EPC 模式

3. 设计—采购—施工/交钥匙(Engineering-Procurement-Construction/Turnkey, EPC/T)模式

EPC/T 模式指工程总承包企业按照合同约定，承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作，并对承包工程的质量、安全、工期、造价全面负责，使业主获得一个现成的工程，由业主“转动钥匙”就可以运行。1999 年国际咨询工程师联合会(FIDIC)在对原有的合同文本进行全面修订的基础上，出版了《设计采购施工/交钥匙工程合同条件》(又称为“银皮书”)。EPC 工程管理模式代表了现代西方工程项目管理的主流。通过 EPC 工程项目公司的总承包，可以比较容易地解决设计、采购、施工、试运转整个过程的不同环节中存在的突出矛盾，使工程项目实施获得优质、高效、低成本的效果。EPC 模式主要适用于化工、冶金、电站、铁路等大型基础设施工程，以及含有机电设备的采购和安装的工程项目等。

4. 风险型 CM 模式

在这种模式中，风险型 CM 经理同时也担任施工总承包商的角色，往往将施工任务分包出去，业主要求 CM 经理提出保证最大工程费用(Guaranteed Maximum Price, GMP)，以保证业主的投资控制。GMP 包括工程的预算总成本和 CM 经理的酬金。如最后结算超过 GMP，由 CM 公司赔偿；低于 GMP，节约的投资归业主，但可对承包商按约定比例奖励。CM 承包商不从事设计和施工，主要从事项目管理。

风险型 CM 模式(如图 2.9 所示)的优点是可提前开工提前竣工；业主任务较轻，风险较小。缺点是总成本中包含设计和投标的不确定因素；选择风险型 CM 公司困难。

2.3.3 工程项目融资管理模式

工程项目融资管理模式决定了项目的治理机构，是项目策划阶段的首要工作。工程项目融资模式有狭义和广义之分。狭义的工程项目融资模式是指从工程项目融资实践中所总结、提炼出来的一种范式，其规定了融资各方的基本经济法律关系。广义的工程项目融资模式是指为满足工程建设资金的需求，工程项目发起人/投资人所采用的不同融资方式的组合，以及其中所包含的融资各方的经济法律关系。融资方式是指资金短缺者获取资金的

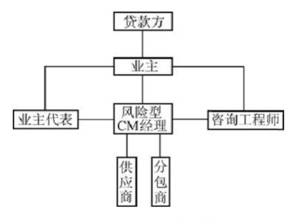


图 2.9　风险型 CM 模式

形式、手段、途径和渠道。

1. BOT 模式

BOT(Build-Operate-Transfer，建造—运营—移交)是目前国际上流行的一种个体融资方式。它的巨大吸引力正在被越来越多的国家，包括发达国家和发展中国家所认识。

1）BOT 的概念

BOT 是政府通过特许权协议，授权项目发起人联合其他公司/股东为某个项目成立专门的项目公司，负责该项目的融资、设计、建造、运营和维护，在规定的特许期内向该项目的使用者收取适当的费用，由此回收项目的投资、经营和维护等成本，并获得合理的回报，特许期满后，项目公司将项目(一般免费)移交给东道国地方政府。BOT 方式中的各参与方还包括地方政府、各类金融机构、运营公司、保险公司等，他们为项目的成功实施承担各自的职责。BOT 是一种有限追索权的项目融资(Limited-recourse Project Financing)方式，贷款人只承担有限的责任和义务，债权人只能对项目发起人(项目公司)在一个规定的范围、时间和金额上实现追索，即只能以项目自身的资产和运行时的现金流作为偿还贷款的来源，而不能追索到项目以外或相关担保以外的资产，如项目发起人所在的母公司的资产。BOT 方式的典型结构框架如图 2.10 所示。

2）BOT 的产生

有人认为，BOT 概念可追溯到 19 世纪和 20 世纪初期的特许制度。也有人认为，现代 BOT 方式是以公共部门和私营部门伙伴关系为基础而设计和实施的，其中个体部门以其融资能力和运作效率切实服务于公共利益。

20 世纪六七十年代，许多发达国家出现了公共实施供给不足、公共部门效率低下、管理落后的问题，与此同时政府的财政预算越来越紧，基础设施供给矛盾突出。而且当时西方发达国家调整经济政策促进了 20 世纪 80 年代工业经济的发展，相对而言，政府能用于基础设施建设的配套资金更为滞后，这使得解决公共资金不足和国民经济效率低下的问题越来越迫切。为了解决政府资金不足，土耳其总理厄扎尔于 1984 年首次提出了 BOT 概念，将某些公共项目私有化。从此，一些国家和地区大力采用 BOT 方式进行基础设施基础建设，使之逐渐成为一种公共项目私营化的流行方式。

3）BOT 的衍生方式

目前在世界上许多国家都在研究和采用 BOT 方式，各国在 BOT 方式实践的基础上，又发展了多种引申的方式，如：BOOT(Build-Own-Operate-Transfer，建造—拥有—运营

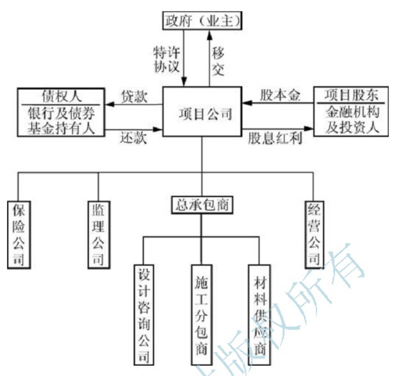


图 2.10 BOT 模式结构图

—移交)；BOO(Build-Own-Operate，建造—拥有—运营)；BLT(Build-Lease-Transfer，建造—租赁—移交)；BT(Build-Transfer，建造—移交)等。这些衍生模式虽然在具体操作上与 BOT 存在一些差异，但在思路上与 BOT 无实质性差异。

4) BOT 的适用范围

BOT 方式大多用在基础设施项目上，如电厂、机场、公路、隧道、港口、水处理厂等公共项目。

5) BOT 方式的优缺点

从政府角度来看 BOT 的优点是：开辟新的公共项目资金渠道，弥补政府资金的不足，吸引更多的投资者；减轻政府财政负担和国际债务，优化项目，降低成本；减少政府管理项目的负担；扩大地方政府的资金来源，引进外国的现金技术和管理，转移风险。

从项目公司来看 BOT 的优点是：可获得潜在的巨额利润，扩大经营活动空间；若项目在别国进行，还可以促进私营机构所在国的对外贸易，减轻市场竞争的压力，提高国际经营能力。

从政府角度来看 BOT 的缺点是：使用价格较高，造成国民不满；耗时长，因为风险多/合同结构复杂，谈判难；外商/私营公司可能出现掠夺性经营。

从项目公司角度来看 BOT 的缺点是：融资成本较高；投资额大、融/投资期长、收益不确定性大；合同文件繁多、复杂。

2. PFI 模式

1) PFI 的概念

PFI (Private Finance Initiative，私人主动融资)模式是近年来在公共设施领域引入私人资本的一种融资模式。具体是指政府部门根据社会对公共设施的需求，提出需要建设的项目，通过招投标，由获得特许权的私营部门或其组建的 SPV 进行公共设施项目的设计、

施工与维修保养，并在特许期结束时将所经营的项目完好地、无债务地归还政府，而私营部门则定期从政府部门收取费用以回收成本的一种项目融资方式。

2）PFI 融资模式的实践

PFI 融资模式起源于英国。撒切尔夫人带领的保守党在 1979 年的大选中获胜以来，私人参与公共部门活动就方兴未艾，最初的焦点在于将服务业的运营向外发包给私人部分。1992 年，保守党政府推出了 PFI，旨在在中央政府和地方当局方面都进一步加强公共部分与私人部分的合作伙伴关系。1997 年工党上台，PFI 项目并没有因为政党的交迭而停滞；正相反，工党政府引入了“公共私人合作关系”（PPP）概念。当前，在日本、美国等发达国家 PFI 广泛应用于市政道路、桥梁、医院、学校和监狱等公益性设施建设项目，对这些国家国民经济的发展起到了巨大的促进作用。在英国，应用 PFI 项目融资模式，极大地降低了项目开发成本。

3）PFI 模式与 BOT 模式的比较

PFI 模式与 BOT 模式提出的初衷是在公共设施领域引入私营资本，以满足经济社会对公共设施快速增长的需求，并解决传统财政供给方式下公共设施供应的低效现象。但是，从公共设施项目的运作来看，两者还是存在一定的差异。

（1）适用的项目不同。PFI 模式适用于没有经营性收入或不具备收费条件的公益性基础设施项目；而 BOT 模式是只适用于经营性或具备收费条件的基础设施项目，如发电厂、城市供水和污水处理项目、收费公路、桥梁、机场、港口等，这些项目都是一些投资较大、建设周期长和可以自己运营获利的项目。

（2）项目管理方式不同。PFI 模式对项目实施开放式管理。首先对于项目的建设，PFI 模式中政府部门仅仅提出社会需求，有潜在的投标人提出具体建设方案，并经过与“最优投标者”谈判后，由政府部门与私营部门共同协商确定最终方案；而 BOT 模式则事先由政府确定方案，再进行招标谈判。其次，对于项目所在地的土地提供方式及以后的运营收益分配或政府补贴额度等，PFI 模式都要综合当时政府和私营部门的财力、预计的项目效益及合同的期限等多种因素确定，不同于 BOT 模式对这些问题事先都有框架性的文件规定，如土地在 BOT 模式中是由政府无偿提供的，无须谈判，而且在 BOT 模式中，一般都需要政府对最低收益等做出实质性的担保。所以，PFI 模式比 BOT 模式有更大的灵活性。

（3）合同期满后项目运营权处理方式不同。PFI 模式在合同期满后，如果私营部门通过正常经营未达到合同规定的收益，则可以继续拥有或通过续租的方式获得运营权，这是在前期合同谈判中需要确定的。而 BOT 模式则明确规定，在特许权期满后，所建项目资产将无偿地交给政府，由政府拥有和管理。

（4）政府部门会计处理方式不同。在 PFI 模式中，最终要由政府定期支付项目建设、维护费用，体现在政府部门的会计报表中为当期费用支出。在 BOT 模式中，BOT 项目的投资并不反映在政府部门的资产负债表上，除非政府部门提供了股权资金或债务资金。

2.3.4 工程项目管理模式的选择

多种工程项目管理模式是在国内外长期实践中形成的，并得到普遍认可的一些惯例。这些模式还在不断地得到创新和完善。

每一种模式都有其优势和局限性，适应于不同种类的工程项目。项目管理者可根据工程项目的特点选择合适的工程项目管理模式。

业主方在选择工程项目管理模式时，应考虑的主要因素包括以下几项。

(1) 项目的复杂性和对项目的进度、质量、投资等方面的要求。

(2) 投资、融资有关各方对项目的特殊要求。

(3) 法律、法规、部门规章，以及项目所在地政府的要求。

(4) 项目管理者和参与者对该管理模式认知和熟悉的程度。

(5) 项目的风险分担，即项目各方承担风险的能力和管理风险的水平。

(6) 项目实施所在地建设市场的适应性，在市场上能否找到合格的实施单位(承包商、管理分包商等)。

一个项目也可以选择多种项目管理模式。当业主方的项目管理能力比较强时，可将一个工程建设项目划分为几个部分，分别采用不同的项目管理模式。一般来说，工程项目管理的模式由业主方选定，但总承包商也可选用一些其需要的项目管理模式。工程咨询方也应充分了解和熟悉国际上通用的和新发展的项目管理模式，为业主选择项目管理模式当好顾问，在项目实施过程中协助业主方做好项目管理。

2.4 工程项目管理规划

《建设工程项目管理规范》(GB/T 50326—2006)对项目管理规划作了如下的术语解释："项目管理规划作为指导项目管理的纲领性文件，应对项目管理的目标、依据、内容、组织、资源、方法、程序、和控制措施进行确定"。在该规范中，把项目管理规划分为项目管理规划大纲和项目管理实施规划两种类型。项目管理规划大纲应由组织的管理层或组织委托的项目管理单位编制。项目管理实施规划应由项目经理编制。大中型项目应单独编制项目管理实施规划；承包人的项目管理规划可以用施工组织设计或质量计划代替，但应该能够满足项目管理实施规划的要求。

2.4.1 工程项目管理规划大纲

项目管理规划大纲是项目管理工作中具有战略性、全局性和宏观性的指导性文件。

1. 编制依据

(1) 可行性研究报告。

(2) 设计文件、标准、规范与有关规定。

(3) 招标文件及有关合同文件。

(4) 相关市场信息与环境信息。

2. 编制程序

(1) 明确项目目标。

(2) 分析项目环境和条件。

(3) 收集项目的有关资料和信息。

(4) 确定项目管理组织模式，结构和职责。
(5) 明确项目管理内容。
(6) 编制项目目标计划和资源计划。
(7) 汇总整理，报送审批。

3. 编制内容

编制内容组织应根据需要选定。
(1) 项目概况。
(2) 项目范围管理规划。
(3) 项目管理目标规划。
(4) 项目管理组织规划。
(5) 项目成本管理规划。
(6) 项目进度管理规划。
(7) 项目质量管理规划。
(8) 项目职业健康安全与环境管理规划。
(9) 项目采购与资源管理规划。
(10) 项目信息管理规划。
(11) 项目沟通管理规划。
(12) 项目风险管理规划。
(13) 项目收尾管理规划。

2.4.2 项目管理实施规划

项目管理实施规划应对项目管理规划大纲进行细化，使其具有可操作性。

1. 编制依据

(1) 项目管理规划大纲。
(2) 项目条件和环境分析资料。
(3) 工程合同及相关文件。
(4) 同类项目的相关资料。

2. 编制程序

(1) 了解项目相关各方的要求。
(2) 分析项目条件和环境。
(3) 熟悉相关法规和文件。
(4) 组织编制。
(5) 履行报批手续。

3. 编制内容

编制内容组织应根据需要选定。
(1) 项目概况。

(2) 总体工作计划。
(3) 组织方案。
(4) 技术方案。
(5) 进度计划。
(6) 质量计划。
(7) 职业健康安全与环境管理计划。
(8) 成本计划。
(9) 资源需求计划。
(10) 风险管理计划。
(11) 信息管理计划。
(12) 项目沟通管理计划。
(13) 项目收尾管理计划。
(14) 项目现场平面布置图。
(15) 项目目标控制措施。
(16) 技术经济指标。

2.5 工程项目管理的组织策划

2.5.1 组织和组织结构概念

1. 组织

"组织"一词有两个含义，其一是作为名词，指组织机构；其二是作为动词，指组织工作(或行为、活动)。

2. 组织结构

组织结构是指表现组织内部各部门、各层级排列顺序、空间位置、聚集状态、联系方式及各要素之间的相互关系的一种模式。一般以组织系统图来表示。组织系统图的基本表现形式有组织结构图、职位描述、工作流程图等。

2.5.2 组织结构设计的原则

项目的组织结构设计，关系的项目管理的成败，所以项目组织结构设计应遵循下述8个原则。

1. 任务目标原则

任何一个组织都有特定的任务目标，任务目标是组织存在的前提。组织的设立、调整、合并或取消都应以是否对其目标实现有利为衡量标准。没有任务目标的组织是没有存在价值的。所以在进行组织结构设计时，要因目标而设事，因事设职，使"事事有人做"，

而非“人人有事做”，因职定岗、定责，因责而授权。这是组织结构设计应遵循的客观规律，颠倒这种规律或离开项目目标，就会导致组织的低效或失败。

2. 专业分工与协作统一原则

分工是为了提高项目管理的工作效率，把组织的任务目标分解成各级、各部门以至各个职位的任务和目标，明确“干什么”和“怎么干”。分工要严密，每项工作都要有人负责，每个人负责他所熟悉的工作，这样才能提高效率。

有分工就必须有协作，组织中只有分工没有协作，组织就不能有效运作。协作包括部门之间和部门内部的协调及配合。对于每个部门和每个职工的工作内容、工作范围、相互关系协作方法等都应有明确规定。

3. 命令统一原则

命令统一是指组织的任何一级只能有一个人负责，正职领导副职，副职对正职负责；上级指示从上到下逐级传达，上级不能越级指挥下级，但可以越级检查工作；下级只接受一个上级的命令和指挥，只向一个上级汇报并向他负责，下级必须服从直接上级的命令和指挥，如有不同意见，可以越级上述。这样上下级之间形成一条指挥链，从最高层到最底层的等级链必须是连续的，不能中断，并明确上下级的职责和权利。遵循命令统一原则可以消除多头领导和无人负责现象。

4. 管理跨度与管理层次统一

管理跨度即管理幅度，是指上级管理者能够直接管理的下级人数。管理层次是指从最高层管理者到最低层执行者的等级层次。管理跨度与管理层次是相互联系和制约的，二者成反比例的关系，即管理跨度越小，则管理层次太多；反之，管理跨度越大，则管理层次越少。若层次太多，用于管理的非直接生产费用就越多，同时，向下传达的指示就越容易发生遗漏和曲解，上下级之间信息沟通就越复杂。若层次太少，则上级负担过重，有失控的危险。

5. 集权与分权相结合

集权是指把权力集中在上级领导的手中。而分权是指经领导的授权，将部分权利分派给下级。合理的分权既可以保证指挥的统一，又可以保证下级有相应的权力来完成自己的职责，能发挥下级的主动性和创造性。人的精力和能力是有限的，为了保证有效的管理，必须实行集权与分权相结合的领导体制。在一个健全的组织中不存在绝对的集权，绝对的集权意味着没有下属主管，也不存在绝对的分权，绝对的分权意味着上级领导职位的消失，也就不存在组织了。

在具体的组织中，该集中的权利集中起来，该下放的权利就应该分给下级。究竟哪些权利应该集中，哪些权力应该下放，不可能有统一的模式，往往是根据组织的具体性质结合一定的管理经验来确定。从当今国内外组织管理的实际情况来看，侧重于分权管理是组织发展的主要趋势。

6. 精干高效

精干是指在保证工作按质按量完成的前提下的最少人员。因为多一个人就多一个发生故障的因素，人员过多，不仅费用会增加，而且可能办不好事甚至会误事，人多容易助长

推诿拖拉的风气，造成效率低下。效能包括工作效率和工作质量。队伍精干是提高效能的前提。精干高效不单单是组织结构设计的原则，也是组织联系和运转的要求。

7. 职、权、责、利相对应

有了分工，就意味着明确了职务，承担了责任，就要有与职务和责任相等的权力，并有相应的权益。这个原则要求职务要实在、责任要明确、权利要恰当、利益要合理。

8. 稳定性与适应性相结合

首先，组织必须具有一定的稳定性，这样可使组织中的每个人工作相对稳定，相互之间的关系也相对稳定，这是组织能正常开展生产经营的必要条件，如果组织结构经常变动，必然会引起人员、分工、职责和协调等各方面的变动，人员需要一个磨合和适应的过程，从而给组织的正常运转带来影响。其次，企业组织结构又必须具有一定的适应性。由于任何组织的外部环境和内部条件是在不断变化的，如果组织结构、组织职责不注意适应这种变化，企业就缺乏生命力、缺乏经营活力。因此，应该根据行业特点、生产规模、专业技术复杂程度、专业化水平、市场需求等进行相应的动态调整。组织应该强调并贯彻这一原则，应在保持稳定性的基础上进一步加强和提高组织结构的适应性。

2.5.3 组织结构的基本形式

组织结构的形式多种多样，随着社会生产力水平的提高和科学技术的发展，还将产生新的组织结构形式。参与工程项目管理的各方应根据具体过程建设项目的特点，工程项目的承发包模式和合同要求，结合企业的自身情况，选择合适的项目组织结构形式。

1. 直线型组织结构

直线型又称军队式结构，是一种最早、最简单的组织结构形式。直线型组织结构形式如图 2.11 所示。

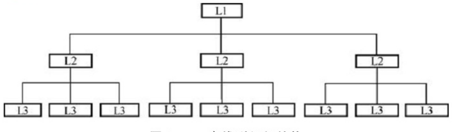


图 2.11 直线型组织结构

直线型组织结构的特点是每个工作部门只有一个指令源，避免了由于矛盾的指令而影响组织系统的运行。其优点是结构简单，命令统一，权责分明，秩序井然，联系简捷，工作效率高。缺点是专业分工不明确，横向联系差，对主管的知识及能力要求高。这种组织结构适用于企业规模不大，职工人数不多，生产和管理工作都比较简单的情况或现场作业管理。

2. 职能型组织结构

职能型是在泰勒的管理思想的基础上发展起来的一种项目组织形式，是一种传统的组

织结构形式。它是按照职能原则建立的项目组织，职能型组织结构也称为部门控制式组织结构。职能型组织结构形式如图2.12所示。在图中F表示职能部门，Li(i=1，2，3)表示直线部门。

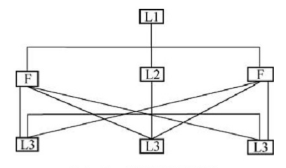


图2.12　职能型组织结构

职能型组织结构的特点是各级直线主管都配有通晓所涉及业务的各种专门人员，直接向下级发出指示。即组织内除直线主管外还应相应地设立一些职能部门，分担某些职能管理的业务，这些职能部门有权向下级部门下达命令和指示。因此，下级部门除接受上级直线主管的领导外，还必须接受上级各职能部门的领导和指示。

职能型组织结构的优点是能够发挥职能部门的专业化管理作用，大大提高了管理的专业化程度。缺点是每个职能部门都具有直接指挥权，妨碍了组织必要的集中领导和统一指挥，容易形成多头领导，导致基层无所适从，造成管理混乱。

3. 直线参谋型组织结构

直线职能型组织结构是现代工业中最常见的一种结构形式，而且在大中型组织中尤为普遍。其组织结构图如图2.13所示，图中Li(i=1，2，3)表示直线部门，F表示职能部门，“--►”表示参谋关系。

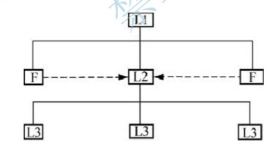


图2.13　直线参谋型组织结构

这种组织结构的特点是以直线指挥为基础，在各级直线主管之下设置相应的职能部门，作为该级主管的参谋部。职能部门只能给同级主管充当参谋、助手，提出建议或提供咨询，职能部门订定的计划、方案以及有关指令，统一由直线主管批准下达，职能部门没有指挥和命令的权利。

直线参谋型组织结构的优点是既保持了直线型组织结构的优点，各级直线主管又有相应的参谋和助手，可以发挥职能部门的作用。缺点是过多强调直线集中指挥，职能部门的主动性和积极性受到限制，作用未能充分发挥，部门间横向联系差。这种组织结构形式比较适合于中小型组织。

4. 直线职能参谋型组织结构

直线职能参谋型是直线参谋型组织结构的补充和发展。这种组织结构是在坚持直线指挥的前提下，直线主管授予职能部门一定的决策权、控制权和协调权，即职能职权。职能部门在被授予的权限范围内，可以直接指挥下级直线部门。职能职权的授予应谨慎，如运用得当，可以大大提高管理的有效性；反之，则可能削弱直线职权，引起管理的混乱。直线职能参谋型组织结构如图 2.14 所示，其中 $Li(i=1, 2, 3)$表示直线部门，F 表示职能部门，“——”表示直线职权，“……”表示职能职权。这种组织结构形式为国内大部分企业(包括工程建设类企业)所采用。

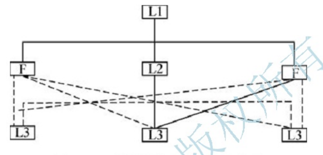


图 2.14　直线职能参谋型组织结构

5. 矩阵型组织结构

矩阵型组织结构是在第二次世界大战后首先在美国出现的，它是为适应在一个组织内同时有几个项目需要完成，而每个项目又需要有不同专长的人在一起工作才能完成这一特殊的要求产生的。这种组织结构的特点是既有按职能划分的纵向组织部门，又有按规划目标(产品或工程项目)划分的横向组织部门，两者结合，形成一个阵。其组织结构形式如图 2.15 所示。

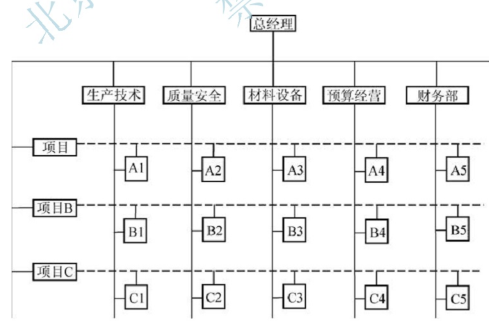


图 2.15　矩阵型组织结构图

在矩阵型组织结构中，横向组织部门的项目小组中设有负责人，在组织的直接领导下

进行工作，负责完成最终产品或项目。为完成规划目标所需要的各类专业人员从各职能部门抽调，他们既接受本职能部门的领导，又接受项目小组的领导。一旦任务目标完成，该项目小组即告解散，其成员仍回原职能部门工作。矩阵型组织结构又分为弱矩阵、平衡矩阵和强矩阵。

1）弱矩阵组织结构

弱矩阵组织结构的特点是从企业相关职能部门安排专门人员组成项目团队，但无专职的项目经理，该组织结构形式偏向于职能型组织结构。其组织结构图如图 2.16 所示。

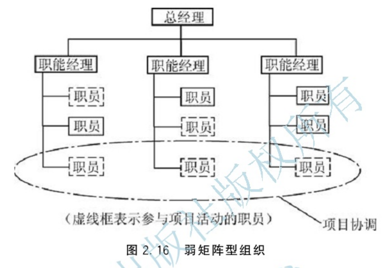


图 2.16　弱矩阵型组织

2）平衡矩阵组织结构

平衡矩阵组织结构的特点是从企业相关职能部门安排专门人员组成项目团队，有专职的项目经理，且项目经理一般从企业某职能部门选聘。其组织结构图如图 2.17 所示。

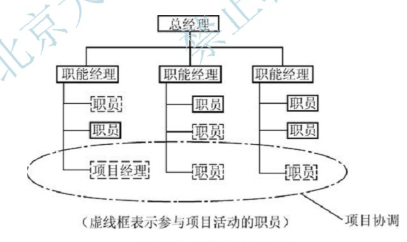


图 2.17　平衡矩阵型组织

3）强矩阵组织结构

强矩阵组织结构的特点是项目经理独立于企业职能部门之外，项目团队成员来源于相关职能部门，项目完成后再回到原职能部门。其组织结构图如图 2.18 所示。

矩阵型组织结构的优点是：①加强了各职能部门的横向业务联系，克服职能部门相互脱节、各自为政的现象；②专业人员和相关资源得到充分、合理的利用；③有利于个人业务素质和综合能力的提高日；④具有较大的机动性和灵活性，能很好地适应动态管理和优化组合。

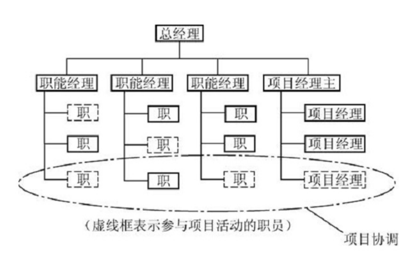


图 2.18 强矩阵型组织

矩阵型组织结构的缺点是：①组织成员受双重领导。当来自项目和来自职能部门两方面的领导的意见不一致时，组织成员就会感到无所适从，出了问题也难以查清责任。②管理要求高，协调较困难。由于矩阵型组织结构的复杂性，对企业管理和项目管理的水平、领导者的素质、沟通渠道的畅通、组织结构的办事效率等均有较高的要求，协调也有一定的难度。③经常出现项目经理的责任与权力不统一的现象。一般情况下，职能部门对项目组织成员的控制力大于项目经理的控制力，导致项目经理的责任大于权力，工作难以开展。项目组织成员受到职能部门的控制，所以凝结在项目上的力量减弱，使项目组织的作用发挥受到影响。

矩阵型组织结构主要适用于大型复杂的项目和同时承担多个项目的企业。

以上介绍的 5 种组织结构类型是参与工程项目管理各方用得最多的基本组织形式。这些类型是对实际存在的组织结构形式一定程度上的理论抽象，仅仅是一个框架，现实组织要比这些框架丰富得多。实际的组织结构很少是纯粹的一种类型，而是多种类型的综合。随着社会的发展，组织结构的类型必将得到进一步的发展和完善。



广东省深圳沙角火力发电厂 B 处项目融资

1. 项目背景

广东深圳沙角火力发电厂 B 处(以下简称深圳沙角 B 电厂)于 1984 年签署合资协议，1986 年完成融资安排并动工兴建，并在 1988 年建成投入使用。深圳沙角 B 电厂的总装机容量为 70 万千瓦，由两台 35 万千瓦发电机组成。项目总投资为 42 亿港币，按 1986 年汇率计算为 5.4 亿美元。这是中国最早的一个有限追索的项目融资案例，也是事实上中国第一次使用 BOT 融资概念兴建的项目融资案例。沙角 B 电厂的融资安排本身也比较合理，是亚洲发展中国家采用 BOT 方式兴建项目的典型。在亚洲发展中国家中，尽管有许多国家不断提出采用 BOT 融资模式兴建基础设施，但是在实际应用中却都因为这样或那样的问题无法解决而搁浅。到 1991 年为止，真正成功地采用 BOT 模式兴建的电厂只有两家——中国的深圳沙角 B 电厂和菲律宾马尼拉拿渥它(Navotas)电厂。

2. 深圳沙角 B 电厂的投资结构和资金结构

深圳沙角 B 电厂采用中外合作经营方式兴建，其投资结构和资金结构详见图 2.19。

中方为深圳特区电力开发公司(A 方)，外方是一家在香港注册的专门为该项目成立的公司——合和电力(中国)有限公司(B 方)，项目合作期为 10 年。在合作期内，B 方负责安排提供项目的全部外汇资

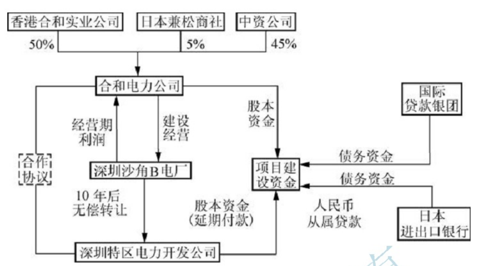


图 2.19　深圳沙角 B 电厂项目的投资结构和资金结构

金，组织项目建设，并负责经营电厂 10 年(合作期)。作为回报，B 方获得在扣除项目经营成本、煤炭成本和支付给 A 方的管理费之后 100%的项目收益。合作期满时，B 方将深圳沙角 B 电厂的资产所有权和控制权无偿地转让给 A 方，退出该项目。

在合作期间，A 方主要承担的义务包括：①提供项目使用的土地、工厂的操作人员，以及为项目安排优惠的税收政策；②为项目提供一个具有“供货或付款”(Supply or Pay)性质的煤炭供应协议；③为项目提供一个具有“提货与付款”(Take and Pay)性质的电力购买协议；④为 B 方提供一个具有“资金缺额担保”性质的贷款协议，同意在一定的条件下，如果项目支出大于项目收入则为 B 方提供一定数额的贷款。

深圳沙角 B 电厂的资金结构包括股本资金、从属性贷款和项目贷款三种形式，其具体的资金构成如下(以 1986 年汇率换算为美元)。

(1) 股本资金：股东从属性贷款(3.0 亿港币)385 万美元；人民币延期付款(5 334 万人民币)1 670 万美元。

(2) 从属性贷款：A 方的人民币贷款(2.95 亿人民币)9 240 万美元。

(3) 项目贷款：日本进出口银行的固定利率日元出口信贷(496 亿日元)26 140 万美元；

国际贷款银团的欧洲日元贷款(105.61 亿日元)5 560 万美元和港币贷款(5.86 亿港币)7 500 万美元。

3. 深圳沙角 B 电厂的融资模式

根据合作协议安排，在深圳沙角 B 电厂项目中，除人民币资金之外的全部外汇资金安排由 B 方负责，项目合资 B 方——合和电力(中国)有限公司利用项目合资 A 方提供的信用保证，为项目安排了一个有限追索的项目融资结构，如图 2.20 所示。

在融资结构中：

(1) B 方与以日本三井公司等几个主要日本公司组成的电厂设备供应和工程承包财团谈判获得了一个固定价格的“交钥匙”合同。这个财团在一个固定日期(1988 年 4 月 1 日)和一个“交钥匙”合同的基础上，负责项目的设计、建设和试运行，并且同意为项目在试运行和初期生产阶段提供技术操作人员。通过这种方式，项目的一个主要风险即完工风险被成功地从项目投资者身上转移出去了。

(2) 融资结构使用了日本政府进出口银行的出口信贷作为债务资金的主要来源，用以支持日本公司在项目中的设备出口。但是，日本进出口银行并不承担项目的风险，一个由大约 50 家银行组成的国际贷款银团为日本进出口银行提供了一个项目风险担保，并且为项目提供欧洲日元贷款和港币贷款。

(3) A 方对项目的主要承诺(也即是对 B 方的承诺)是电力购买协议和煤炭供应协议，以及广东省国际信托投资公司对 A 方承诺的担保。B 方在安排项目融资时将两个协议的权益及有关担保转让给项目融资的贷款银团，作为项目融资结构的主要信用保证。

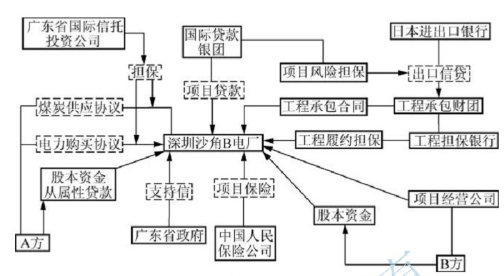


图 2.20 深圳沙角 B 电厂项目融资结构

(4) 在 A 方与 B 方之间，对于项目现金流量中的外汇问题也做了适当的安排。在合作期间，项目的电力销售收入的 50%支付人民币，50%支付外汇。人民币收入部分用以支付项目煤炭的购买成本和人民币形式发生的项目经营费用，外汇收入部分支付以外汇形式发生的项目经营费用，包括项目贷款债务偿还和支付 B 方的利润。A 方承担项目经营费用和外汇贷款债务偿还部分的全部汇率风险；但是，对于 B 方的利润收入部分汇率风险则由双方共同分担，30%由 A 方承担，70%由 B 方承担。

4. 融资模式中的信用保证结构

从上图可以看出，项目的信用保证结构由以下几个部分组成。

(1) A 方的电力购买协议。这是一个具有“提货与付款”性质的协议，规定 A 方在项目生产期间按照事先规定的价格从项目中购买一个确定的最低数量的发电量，从而排除了项目的主要市场风险。

(2) A 方的煤炭供应协议。这是一个具有“供货或付款”性质的合同，规定 A 方负责按照一个固定的价格提供项目发电所需的全部煤炭，这个安排实际上排除了项目的能源价格及供应风险，以及大部分的生产成本超支风险。

(3) 广东省国际信托投资公司为 A 方的电力购买协议和煤炭供应协议所提供的担保。

(4) 广东省政府为上述三项安排所出具的支持信。虽然支持信并不具备法律约束力，但是，一个有信誉的机构出具的支持信，作为一种意向性担保，在项目融资安排中具有相当的分量。

(5) 设备供应及工程承包财团所提供的“交钥匙”工程建设合约，以及为其提供担保的银行所安排的履约担保，构成了项目的完工担保，排除了项目融资贷款银团对项目完工风险的顾虑。

(6) 中国人民保险公司安排的项目保险。项目保险是电站项目融资中不可缺少的一个组成部分，这种保险通常包括对出现资产损害、机械设备故障，以及相应发生的损失的保险，在有些情况下也包括对项目不能按期投产情况的保险。

通过以上 6 点，可以清楚地勾画出深圳沙角 B 电厂项目的种种风险要素是如何在与项目建设有关的各个方面之间进行分配的。这种项目风险的分担是一个成功的项目融资结构所不可缺少的条件。

5. 融资结构简评

深圳沙角 B 电厂项目是中国的第一个(同时是世界上最早的几个)事实上按照 BOT 模式概念组成起来的项目融资。所谓事实上的 BOT 融资模式，是指从形式上深圳沙角 B 电厂项目的建设和融资并不是依靠政府特许权合约为基础组织起来的，而是合资双方(A 方和 B 方)根据合作协议及几个商业合约为基础组织起来的。但是，事实上，由于合资 A 方和广东省国际信托投资公司的政府背景，以及广东省政府的支持，项目的合作协议及其商业合约具备了明显政府特许权合约的性质。

从 1993 年下半年开始，采用 BOT 模式集资建设基础设施项目，引进国外先进技术和管理经验成为中国基础设施项目开发的一个热点。然而，怎样才能有效地为电厂项目安排一个 BOT 项目融资呢？通过

对深圳沙角B电厂项目的合资结构及融资结构的分析，可以归纳总结出以下几点。

(1) 作为BOT模式中的建设、经营一方(在中国现阶段有较大一部分为国外投资者)，必须是一个有电力工业背景，具有一定资金力量，并且能够被银行金融界接受的公司。

(2) 项目必须要有一个具有法律保障的电力购买合约作为支持，这个协议需要具有“提货与付款”或者“无论提货与否均需付款”的性质，按照一个事先规定的价格从项目购买一个最低数量的发电量，以保证项目可以创造出足够的现金流量来满足项目贷款银行的要求。

(3) 项目必须要有一个长期的燃料供应协议；从项目贷款银行的角度，如果燃料是进口的，通常会要求有关当局对外汇支付作出相应安排；如果燃料是由项目所在地政府部门或商业机构负责供应或安排，则通常会要求政府对燃料供应作出具有“供货或付款”性质的承诺。

(4) 根据提供电力购买协议和燃料供应协议的机构的财务状况和背景，有时项目贷款银行会要求更高一级机构某种形式的财务担保或者意向性担保。

(5) 与项目有关的基础设施的安排，包括土地、与项目相连接的公路、燃料传输及储存系统、水资源供应、电网系统的连接等一系列与项目开发密切相关的问题的处理及其责任，必须要在项目文件中作出明确的规定。

(6) 与项目有关的政府批准，包括有关外汇资金、外汇利润汇出、汇率风险等一系列问题，必须在项目动工之前，得到批准和作出相应的安排，否则很难吸引银行加入到项目融资的贷款银团行列。

本章小结

本章涉及了工程项目管理前期的主要工作，全面介绍了工程项目策划与决策的具体内容。在此基础上，详细阐述了工程项目可行性研究、工程项目管理模式、工程项目管理规划和工程项目管理的组织。

可行性研究是建设项目投资前期的一项重要工作，是项目投资决策的重要依据。工程项目管理的模式确定了工程项目管理的总体框架，以及项目参与各方的职责、义务和风险分担，因而在很大程度上决定了项目的合同管理方式及造价、工程质量和建设速度。工程项目管理的组织是工程项目目标能否实现的决定性因素，要依据各种组织结构的特点、企业的特点和项目所处的环境等作出适当的选择。

习　题

1. 填空题

(1) 传统的发包模式又称为________(DBB)模式，其是将设计、施工分别委托不同单位承担。

(2) CM模式是国外较为流行的一种管理模式，可分为________和________两种。

(3) 《建设工程项目管理规范》(GB/T 50326—2006)规定，项目管理规划应包括________和________两种文件。

(4) 根据《建设工程项目管理规范》的规定，项目管理实施规划应由________组织编制。

(5) ________又称军队式结构，是一种最早、最简单的组织结构形式。

2. 选择题

(1) 建设工程项目策划的目的是(　　)。(单选)

A. 充分占有项目信息　　B. 为项目建设的决策和实施增值

C. 进行知识管理　　D. 进行组织管理技术经济等方面的分析

(2) 投资估算的精确度为±30%，研究费用一般占总投资的0.2%～1%，该阶段为(　　)。(单选)

A. 投资机会研究　　B. 初步可行性研究

C. 详细可行性研究　　D. 项目的评估和决策

(3) 在国际上，设计、采购和建造任务综合的承包被简称为(　　)。(单选)

A. EPC 承包　　B. BOT 承包　　C. D+B 承包　　D. CM 总承包

(4) 建设工程项目管理规划是指导项目管理工作的(　　)文件。(单选)

A. 操作性　　B. 实施性　　C. 纲领性　　D. 作业性

(5) 建设工程项目管理规划涉及项目整个实施阶段，它属于(　　)项目管理的范畴。(单选)

A. 供应方　　B. 设计单位　　C. 施工方　　D. 业主方

(6) 在(　　)组织机构中，项目管理班子的成员接受项目经理和职能部门经理的双重领导。(单选)

A. 职能式　　B. 矩阵式　　C. 直线式　　D. 项目式

3. 简答题

(1) 什么是工程项目策划？其可分为哪几种类型？

(2) 工程项目策划的作用有哪些？

(3) 简述工程项目前期策划的过程。

(4) 什么是工程项目可行性研究？可行性研究的作用有哪些？

(5) 项目建议书应包括哪些内容？

(6) 简述可行性研究的主要内容。

(7) 代理型CM模式和风险型CM模式的优缺点分别是什么？

(8) 何谓BOT模式？有何优点？

(9) 传统的发包模式有何优缺点？

(10) 组织结构设计的基本原则是什么？

(11) 矩阵型组织结构有什么优缺点？该种结构适用于那些情形？

(12) 试叙述工程项目组织结构的基本形式。

第3章 工程项目招投标

教学目标

本章主要讲述工程项目招标投标的流程就各个流程的相关规定。通过学习本章，应达到以下目标：

(1) 掌握工程项目招标投标的主要流程；

(2) 掌握工程项目开标、评标、定标的相关规定；

(3) 熟悉勘察设计招标、监理招标的特点。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
招投标概论	(1) 理解招标投标的定义； (2) 熟悉招标投标的发展历史； (3) 掌握必须招标的工程项目的规模和范围； (4) 掌握工程项目招标的程序； (5) 掌握工程项目的招标方式及区别	(1) 必须招标的工程项目和范围； (2) 工程项目招标的方式； (3) 招标的组织方式； (4) 工程项目招标的程序； (5) 标段的划分
建设工程招投标	(1) 熟悉建设工程招标过程中主要的文件； (2) 熟悉投标文件包含的主要内容； (3) 掌握常见的投标策略和技巧； (4) 掌握开标、评标、定标过程中的主要规定	(1) 招标公告和投标邀请书； (2) 资格审查； (3) 招标文件和投标文件； (4) 投标保证金和联合体投标； (5) 开标、评标、定标、签约； (6) 评标办法
工程项目勘察设计招投标	(1) 理解勘察设计招标的特点； (2) 熟悉勘察设计招标文件的内容； (3) 熟悉勘察设计评标	(1) 勘察设计招标； (2) 勘察设计招标文件； (3) 勘察设计评标办法
工程监理招投标	(1) 理解工程监理招标的特点； (2) 熟悉监理招标文件的内容； (3) 熟悉监理评标	(1) 监理招标； (2) 监理招标文件； (3) 监理评标



基本概念

招标；投标；开标；评标；定标；联合体投标；投标保证金；投标有效期；废标



引例

2009年4月，安徽省合肥市纪委查处了政府采购项目中担任招标评委的7位专家涉嫌收受同一电梯

销售公司负责人夏某贿赂一案。之后，涉嫌受贿的7位专家评委被移交合肥市庐阳区人民检察院查处。昨天，合肥市庐阳区人民法院对其中的一名专家孙伟敏收受电梯供货商5万元贿赂一案进行公开开庭审理。在接下来的一周里，其余6名专家将因为相同的原因走上被告席。

孙伟敏原是安徽电梯厂工程师，后被合肥市招标投标中心聘为评估专家。据公诉机关指控，去年6月，孙伟敏被抽选为瑶海区“碧水雅居”电梯采购项目评审委员会成员。评标前，他接到市招投标中心前任专家谭燎原打来的电话，让其在为投标单位——安徽康力电梯工程有限公司评标时“关照”一下，事后该公司定会表示“感谢”。孙伟敏答应帮忙，并在随后的评标中为康力公司打了较高分。最终康力公司果然中标。

2008年7月，为表示感谢，该公司经理夏某请其吃饭，并当场奉上1万元现金。之后，孙伟敏在“滨湖和园”“滨湖家园”两个小区的电梯采购项目中如法炮制，康力公司一路中标，孙伟敏分两次收受人民币共计4万元。

孙伟敏对自己的犯罪事实供认不讳，并表达了悔过之意。此案未当庭宣判。

这起案件虽然案值不大，但案件涉及领域新、人员多、手段直接，尤其是发生在评标专家这一新的群体中，具有一定的典型性和苗头性，应引起足够重视。

那么，作为世界通用的商品和服务的采购方式，招投标为何成为工程建设领域腐败发生的重灾区，招投标在操作过程中具体有哪些具体规定呢？我们将在本章中寻找答案。

3.1 招投标概述

3.1.1 招投标的概念

招标投标，是在市场经济条件下进行大宗货物采购、建设工程承包，以及咨询服务提供时，广泛采用的一种竞争性公开交易方式。在招投标过程中，招标人首先提出招标标的在质量、期限、价格等方面的具体要求，投标人通过提交投标文件参与竞争，招标人择优选择中标人并与之签订合同。招标、投标是招标采购活动的两个方面，招标是招标人的工作，投标是投标人的工作，招标人和投标人共同完成招标采购交易过程。

工程招投标，是招标人通过发布招标公告或招标邀请书的形式向承包商发出要约邀请，提出拟建工程的概况、数量、质量、技术要求、工期要求，以及对承包商的资格要求，然后由承包商根据招标文件的要求，编写并提交投标文件，招标人通过评审投标文件并择优选择承包商，双方签订合同，完成中标工程建设任务。

招标投标起源于西方工业化国家政府和公共部门的政府采购。1782年，英国政府设立文具公用局，规定各个机关公文的印刷、用具的购买等均归其管理。1861年，美国国会通过一项联邦法案，规定超过一定限额的联邦政府采购必须采用公开招标方式。之后，西方和世界银行等国际组织在货物采购、工程承包、咨询服务提供等交易活动中积极推行招标投标，招标投标已经成为各国和国际组织广泛认可和采用的国际惯例。通过招标采购可以最大限度地增加政府采购的透明度，节约公共投资，促进公平竞争，提高公共资金使用效率。

中国最早将招商比价(招标投标)方式运用于工程承包的是1902年张之洞创办的湖北

制革厂，5 家营造商参加开价比价，结果张同升以 1 270.1 两白银的开价中标，并签订了以质量保证、施工工期、付款方法为主要内容的工程承包合同。1918 年，汉阳铁厂的两项扩建工程曾在汉口《新闻报》刊登广告，公开招标。

新中国的招标投标是改革开放的产物。1980 年，《国务院关于开展和保护社会主义竞争的暂行规定》中提出，对一些适宜承包的生产建设项目和经营项目，可以试行招标投标。

1983 年，在世界银行提供贷款的云南鲁布革水电站引水系统工程中，首次采用了面向全球的竞争性公开招标方式，评标方式为最低价中标。最终，日本大成株式会社以 8 643 万元(低于标底 43%)投标报价中标，并成为该工程的总承包商。该工程于 1984 年 11 月开工，1988 年 12 月竣工，日本大成株式会社通过精细组织、科学管理和使用先进技术，实现了工程质量优、用工用料省、工程造价低的预期效果，创造了“鲁布革经验”，并在当时引起了一股学习和研究的风潮。自此，招标投标制得到了社会认可，并被作为成功经验保存下来，被广泛运用于工程建设领域。

3.1.2 强制招标的工程项目范围和规模标准

强制招标的工程项目，是指属于法律规定的强制招标工程范围，且达到一定规模标准以上的工程项目，必须采用招标方式进行采购。

1. 强制招标的工程项目范围

根据《中华人民共和国招投标法》(以下简称《招标投标法》)的规定，原国家发展计划委员会于 2000 年颁布了《工程建设项目招标范围和规模标准规定》，明确了强制招标的工程项目的范围。在中国境内进行下列工程建设项目包括项目的勘察、设计、施工、监理，以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须进行招标。

(1) 关系社会公共利益、公众安全的基础设施项目，范围包括：①煤炭、石油、天然气、电力、新能源等能源项目；②铁路、公路、管道、水运、航空以及其他交通运输业等交通运输项目；③邮政、电信枢纽、通信、信息网络等邮电通信项目；④防洪、灌溉、排涝、引(供)水、滩涂治理、水土保持、水利枢纽等水利项目；⑤道路、桥梁、地铁和轻轨交通、污水排放及处理、垃圾处理、地下管道、公共停车场等城市设施项目；⑥生态环境保护项目；⑦其他基础设施项目。

(2) 关系社会公共利益、公众安全的公用事业项目，范围包括：①供水、供电、供气、供热等市政工程项目；②科技、教育、文化等项目；③体育、旅游等项目；④卫生、社会福利等项目；⑤商品住宅，包括经济适用住房；⑥其他公用事业项目。

(3) 使用国有资金投资项目，范围包括：①使用各级财政预算资金的项目；②使用纳入财政管理的各种政府性专项建设基金的项目；③使用国有企业事业单位自有资金，并且国有资产投资者实际拥有控制权的项目。

(4) 国家融资项目，范围包括：①使用国家发行债券所筹资金的项目；②使用国家对外借款或者担保所筹资金的项目；③使用国家政策性贷款的项目；④国家授权投资主体融资的项目；⑤国家特许的融资项目。

(5) 使用国际组织或者外国政府资金的项目，范围包括：①使用世界银行、亚洲开发

银行等国际组织贷款资金的项目；②使用外国政府及其机构贷款资金的项目；③使用国际组织或者外国政府援助资金的项目。

《招标投标法》同时规定，任何单位和个人不得将依法必须招标的项目化整为零或者以其他任何方式规避招标。

2. 强制招标工程项目的规模标准

根据《招标投标法》的规定，原国家发展计划委员会于2000年颁布了《工程建设项目招标范围和规模标准规定》，明确了强制招标的工程项目的规模标准。当属于强制招标范围的工程建设项目，包括建设项目的勘察、设计、施工、监理，以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，达到下列标准之一的，必须进行招标。

(1) 施工单项合同估算价在200万元人民币以上的。

(2) 重要设备、材料等货物的采购，单项合同估算价在100万元人民币以上的。

(3) 勘察、设计、监理等服务的采购，单项合同估算价在50万元人民币以上的。

(4) 单项合同估算价低于第(1)、(2)、(3)项的规模标准，但是项目总投资额在3 000万元人民币以上的。

3. 可以不进行招标的工程项目

当工程项目属于强制招标的工程范围，且达到一定的规模标准以上时，必须进行招标。因此，不属于强制招标的工程项目既可以自愿进行招标，也可以不进行招标。但是，在某些特殊情况下，即使符合强制招标条件(范围标准和规模标准)的工程项目也可以不进行招标。

根据《招标投标法》和《工程建设项目施工招标投标办法》的规定，实行审批制的工程项目，有下列情形之一的，由审批部门批准，可以不进行施工招标。

(1) 涉及国家安全、国家秘密或者抢险救灾而不适宜招标的。

(2) 属于利用扶贫资金实行以工代赈需要使用农民工的。

(3) 施工主要技术采用特定的专利或者专有技术的。

(4) 施工企业自建自用的工程，且该施工企业资质等级符合工程要求的。

(5) 在建工程追加的附属小型工程或者主体加层工程，原中标人仍具备承包能力的。

(6) 法律和行政法规规定的其他情形。

对于不需要审批但依法必须招标的工程项目，有上述规定情形之一的，经批准，可以不进行施工招标。

《建设工程勘察设计管理条例》也规定了可以直接发包，不需要进行招标的勘察、设计项目。

(1) 采用特定的专利或者专有技术的。

(2) 建筑艺术造型有特殊要求的。

(3) 国务院规定的其他建设工程的勘察、设计。

2012年颁布实施的《中华人民共和国招标投标法实施条例》中规定，除《招标投标法》规定的可以不进行招标的特殊情况外，有下列情形之一的，可以不进行招标。

(1) 需要采用不可替代的专利或者专有技术。

(2) 采购人依法能够自行建设、生产或者提供。

(3) 已通过招标方式选定的特许经营项目投资人依法能够自行建设、生产或者提供。

(4) 需要向原中标人采购工程、货物或者服务，否则将影响施工或者功能配套要求。

(5) 国家规定的其他特殊情形。

3.1.3 工程项目招标程序

招标投标的显著特点是招标投标活动遵循严格规范的程序。根据《招标投标法》规定，一个完整的招标投标程序，必须包括招标、投标、开标、评标、中标和签约6个阶段。如图3.1所示为某建筑工程招标流程图。

责任单位	流程内容
建设单位	立项申请
发改、经贸部门	批复立项及核准招标方式、范围、组织形式
业主单位（招标人）	开展招标前期工作，提出招标方案申请
同级财政部门	审核工程造价、最高限价和付款方式等相关项目
区招标办	核准招标方案
招标人、代理机构	编制招标公告、资审文件、招标文件
各行业主管部门	招标公告、资审文件、招标文件审核备案
招标人、代理机构、交易中心	发布招标公告或发出投标邀请
招标人、代理机构、交易中心	投标人报名、售卖资审文件或招标文件
交易中心、招标人	对投标报名人结果报行业主管部门
交易中心、招标人、代理机构	踏勘现场、答疑
投标人	编制投标文件
招标人、代理机构、交易中心、区招标办、监督部门	开标、评标定标 → 评标定标及推荐中标候选人（行业主管部门现场督）
招标人、交易中心	评标结果公示
交易中心、招标人、中标人	确定中标人、缴费，发中标通知书
招标人、代理机构	提交招标投标情况书面报告 → 主管部门、中心备案
招标人、中标人	签订合同
招标人、中标人	行业主管部门、交易中心备案

图3.1 某建筑工程招标流程图

（1）招标。招标是指招标人按照国家有关规定履行项目审批手续、落实资金来源后，依法发布招标公告或投标邀请书，编制并发售招标文件等具体环节。根据项目特点和实际需要，有些招标项目还要委托招标代理机构，组织资格预审、组织现场踏勘、进行招标文件的澄清与修改等。投标人资格、评标标准和方法、合同主要条款等各项实质性条件和要求都需要在招标环节予以确定。因此，招标阶段对于整个招标投标过程是否合法、科学，能否实现招标目的，具有基础性影响。

（2）投标。投标是指投标人根据招标文件的要求，编制并提交投标文件，响应招标的活动。投标人参与竞争并进行一次性投标报价是在投标环节完成的，在投标截止时间结束后，不能接受新的投标，投标人也不得更改投标报价及其他实质性内容。投标情况确定了竞争格局，是决定投标人能否中标、招标人能否取得预期效果的关键。

（3）开标。即招标人按照招标文件确定的时间和地点，邀请所有投标人到场，当众开启投标人提交的投标文件，宣布投标人的名称、投标报价及投标文件中的其他重要内容。开标的最基本要求是公开，保障所有投标人的知情权，这也是维护各方合法权益的基本条件。

（4）评标。招标人依法组建评标委员会，依据招标文件的规定和要求，对投标文件进行审查、评审和比较，确定中标候选人。评标是审查确定中标人的必经程序。由于依法必须招标项目的中标人必须按照评标委员会的推荐名单和顺序确定。因此，评标是否合法、规范、公平、公正，对于招标结果具有决定性作用。

（5）中标。也称为定标，即招标人从评标委员会推荐的中标候选人中确定中标人，并向中标人发出中标通知书，并同时将中标结果通知所有未中标的投标人。按照法律规定，部分招标项目在确定中标候选人和中标人之后还应当依法进行公示。中标既是竞争结果的确定环节，也是发生异议、投诉、举报的环节，有关方面应当依法进行处理。

（6）签约。中标通知书发出后，招标人和中标人应当按照招标文件和投标文件在规定的时间内订立书面合同，中标人按合同约定履行义务，完成中标项目。依法必须招标项目，招标人应当从确定中标人之日起 15 日内，向有关行政监督部门提交招标投标情况的书面报告。

3.1.4 工程项目招标方式及选择

招标主要有公开招标和邀请招标两种方式。公开招标，是招标人在指定的报刊、电子网络或其他媒体上发布招标公告，吸引众多的投标人参加投标竞争，招标人从中择优选择中标单位的招标方式。邀请招标，也称选择性招标，由招标人根据供应商或承包商的资信和业绩，选择一定数目的法人或其他组织(不能少于 3 家)，向其发出投标邀请书，邀请他们参加投标竞争。这两种方式的区别主要体现在 5 个方面，如图 3.2 所示。

（1）发布信息的方式不同。公开招标采用公告的形式发布，邀请招标采用投标邀请书的形式发布。

（2）选择的范围不同。公开招标因使用招标公告的形式，针对的是一切潜在的对招标项目感兴趣的法人或者其他组织，招标人事先不知道投标人的数量；邀请招标针对已经了解的法人或者其他组织，而且事先已经知道投标人的数量。

（3）竞争的范围不同。由于公开招标使所有符合条件的法人或者其他组织都有机会参

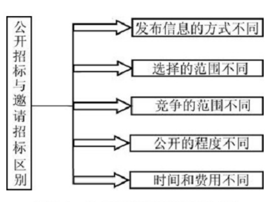


图 3.2　公开招标与邀请招标区别

加投标，竞争的范围较广，竞争性体现得也比较充分，招标人拥有绝对的选择余地，容易获得最佳招标效果；邀请招标中投标人的数目有限，竞争的范围有限，招标人拥有的选择余地相对较小，有可能提高中标的合同价。

（4）公开的程度不同。公开招标中，所有的活动都必须严格按照预先指定并为大家所知的程序和标准公开进行，大大减少了作弊的可能；相比而言，邀请招标的公开程度逊色一些，产生不法行为的机会也就多一些。

（5）时间和费用不同。由于邀请招标不发公告，招标文件只送几家，使整个招投标的时间大大缩短，招标费用也相应减少。公开招标的程序比较复杂，从发布公告，投标人作出反应，评标，到签订合同，有许多时间上的要求，要准备许多文件，因而耗时较长，费用也比较高。

由此可见，两种招标方式各有千秋，从不同的角度比较，会得出不同的结论。在实际中，各国或国际组织的做法也不尽一致。有的未给出倾向性的意见，而是把自由裁量权交给了招标人，由招标人根据项目的特点，自主决定采用公开招标或邀请招标方式，只要不违反法律规定，最大限度地实现了“公开、公平、公正”的原则即可。例如，“欧盟采购指令”规定，如果采购金额达到法定招标限额，采购单位有权在公开和邀请招标中自由选择。实际上，邀请招标在欧盟各国运用得非常广。世界贸易组织“政府采购协议”也对这两种方式孰优孰劣采取了未置可否的态度。但是，“世行采购指南”却把国际竞争性招标(公开招标)作为最能充分实现资金的经济和效率要求的方式，要求借款国以此作为最基本的采购方式。只有在国际竞争性招标不是最经济和有效的情况下，才可采用其他方式。

《招标投标法》和《工程建设项目施工招标投标办法》规定，对于依法必须进行招标的项目，以及国家重点工程、省重点工程、全部使用国有资金或者国有资金投资控股或者占主导地位的工程项目，应当采用公开招标。

但是，具有下列情形之一的，经批准可以采用邀请招标。

（1）项目技术复杂或有特殊要求，只有少量几家潜在投标人可供选择的。

（2）受自然地域环境限制的。

（3）涉及国家安全、国家秘密或者抢险救灾，适宜招标但不宜公开招标的。

（4）拟公开招标的费用与项目的价值相比，不值得的。

（5）法律法规规定不宜公开招标的。

3.1.5 招标组织方式

招标人可以根据自身能力和实际情况，选择自行招标或者委托招标代理机构进行招标。招标人具有编制招标文件和组织评标能力的，可以自行办理招标事宜。任何单位和个人不得强制其委托招标代理机构办理招标事宜。

招标人自行招标需要具备下列条件。

(1) 具有项目法人资格(或者法人资格)。

(2) 具有与招标项目规模和复杂程度相适应的工程技术、概预算、财务和工程管理等方面的专业技术力量。

(3) 有从事同类工程建设项目招标的经验。

(4) 设有专门的招标机构或者拥有3人以上专职招标业务人员。

(5) 熟悉和掌握招标投标法及有关法规规章。

无论招标人是否具备自行招标能力，招标人均可委托具有相应资质的招标代理机构办理招标事宜。招标代理机构应当具备下列条件。

(1) 有从事招标代理业务的营业场所和相应资金。

(2) 有能够编制招标文件和组织评标的相应专业力量。

(3) 有符合条件、并可以作为评标委员会成员的技术、经济等方面的专家库。

3.1.6 发包方式的选择和标段的划分

工程项目招标时，可以将一个工程项目整体招标，也可以将一个工程项目分为若干个单位工程，然后分别招标，即为工程分标，该单位工程称为一个标段。一个工程的若干标段可以同时招标，也可以分批招标；可以由数家承包人分别承包若干标段，也可由一个承包人承包一个工程的所有标段；同一工程的不同标段可采用不同的招标方式。这些取决于工程项目的规模、技术是否复杂、工期长短及工程建设环境等因素。

1. 工程分标的影响因素

(1) 工程和施工特点。对施工场地集中、工程量不大、技术上不复杂的工程，可不分标，以便于管理；但对于工程场地大、工程量大，有特殊技术要求的工程，应考虑分标。如一条道路的施工，不但施工战线长，而且工程量巨大，应根据沿河地形、河流、城镇和居民情况等对工程进行分标。

(2) 对工程造价的影响。大型、复杂的工程项目，如大型电站的建设，对承包人的施工能力、同类工程的施工经验、管理能力、施工设备等都有较高的要求，在这种情况下，如不进行分标，则整个建筑市场上具备资格和能力参与投标的承包企业的数量很少，导致竞争不足，最后的中标价提高。从这个角度而言，如果业主想降低工程造价，则可以考虑分标。

(3) 施工进度安排。施工总进度计划安排中，施工有时间先后的子项工程可考虑单独分标，而某些在施工进度中平行安排的子项工程，则综合考虑工程特征、施工间的相互干扰后再决定是否分标。

（4）施工现场的地形地貌及主体建筑物的布置情况。在标段划分时，应尽量避免承包人之间的相互干扰。如果场地狭小，再强行进行标段划分的话，可能会造成不同承包人工作界面之间的相互干扰，给发包人带来大量的协调工作。

（5）资金的筹措情况。在发包人资金不足的情况下，可以先部分进行工程招标，待剩余资金到位时再进行后续部分的招标。

2. 工程分标的一般原则

（1）各子项工程施工差异大时，尽量使每个子项工程单独招标，进行专业化施工。

（2）根据总进度安排，对某些独立性较强，且又制约其他工程的子项工程可先进行单独招标，有利于加快工程进度。

（3）当相邻两标段的施工干扰较多时，可考虑放弃划分标段。

（4）标段划分可以适当降低工程造价，但同时会给发包人带来大量的协调工作，发包人应根据自身的管理能力作出选择。

3.2 建设工程招投标

3.2.1 建设工程招标

1. 招标公告

招标公告的作用在于让潜在投标人获得招标信息，进行项目筛选，决定是否参与投标。招标人采用公开招标方式的，应当发布招标公告。依法必须进行招标的项目的招标公告，应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒介发布。

招标公告应当载明招标人的名称和地址、招标项目的性质、数量、实施地点和时间以及获取招标文件的办法等事项，施工项目的招标公告或者投标邀请书应当至少载明下列内容。

（1）招标人的名称和地址。

（2）招标项目的内容、规模、资金来源。

（3）招标项目的实施地点和工期。

（4）获取招标文件或者资格预审文件的地点、时间和费用。

（5）对投标人的资质等级与资格要求。

（6）递交投标文件的地点和投标截止日期。

招标公告的内容应当真实、准确和完整，在法律性质上属于要约邀请，招标公告一经发出，招标人不得随意更改。

招标公告的发布程序如图 3.3 所示。

2. 投标邀请书

招标人采用邀请招标方式的，应当向 3 个以上具备承担招标项目的能力、资信良好的特定的法人或者其他组织发出投标邀请书。投标邀请书的内容和招标公告的内容基本一

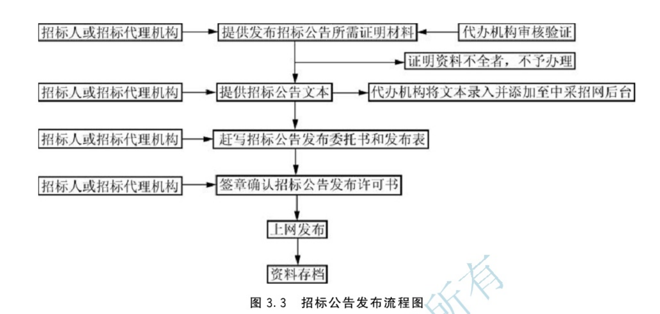


图 3.3 招标公告发布流程图

致，只需增加要求潜在投标人“确认”是否收到了投标邀请书的内容。如《标准施工招标文件》中关于投标邀请书的条款，就专门要求潜在投标人在规定时间以前，用传真或快递方式向招标人“确认”是否收到了投标邀请书。

3. 资格审查

资格审查是招标人的一项重要权利，旨在审查潜在投标人是否具备承担招标项目的资格和能力。通过资格审查，可以筛查出不具备履约能力的潜在投标人，减少潜在投标人数量，降低招标工作时间和费用，进而提高招标工作效率。

资格审查分为资格预审和资格后审。

1）资格预审

资格预审是指在投标前对潜在投标人进行的资格审查。招标人应当发布资格预审公告，并在资格预审文件中载明资格预审的条件、标准和方法，招标人不得改变载明的资格条件或者以没有载明的资格条件对潜在投标人进行资格审查。资格预审不合格的潜在投标人不得参加投标。

2）资格后审

资格后审，是指在开标后对投标人进行资格审查。招标人应当采用在招标文件中载明资格审查的条件、标准和方法，并且不得改变载明的资格条件或者以没有载明的资格条件对潜在的投标人进行资格后审。资格后审不合格的投标人的投标作为废标处理。

资格审查主要审查投标人是否具备如下条件。

(1) 具有独立订立合同的权利。

(2) 具有履行合同的能力，包括专业、技术资格和能力，资金、设备和其他物质条件状况，管理能力、经验、信誉和相应的从业人员。

(3) 没有处于被责令停业，投标资格被取消，财产被接管、冻结或破产的状态。

(4) 在最近 3 年内没有骗取中标和严重违约及重大工程质量问题。

(5) 法律、行政法规规定的其他资格条件。

资格审查时，招标人不得以不合理的条件限制、排斥潜在投标人或者投保人，不得对潜在投标人或者投标人实行歧视性待遇，任何单位和个人不得以行政手段或者其他不合理

方法限制投标人的数量。

4. 招标文件

在资格预审后，招标人应当根据项目特点和需要编制招标文件。招标文件招标投标活动中最重要的法律文件，它是投标人编制投标文件和投标决策的依据、评标委员会评审投标文件的依据、招标人确定中标人的依据，更是招标人和中标人签订合同的基础。

招标人应当根据招标项目的特点和需要编制招标文件。招标文件应当包括招标项目的技术要求、对投标人资格审查的标准、投标报价要求和评标标准等所有实质性要求和条件，以及拟签订合同的主要条款。国家对招标项目的技术、标准有规定的，招标人应当按照其规定在招标文件中提出相应要求。招标项目需要划分标段、确定工期的，招标人应当合理划分标段、确定工期，并在招标文件中载明。

施工招标文件的基本内容：①投标邀请书；②投标人须知(含投标报价和对投标人的各项投标规定与要求)；③合同主要条款；④投标文件格式；⑤采用工程量清单招标的，应当提供工程量清单；⑥技术条款；⑦设计图纸；⑧评标标准和方法；⑨投标辅助材料。

招标文件应符合下列规定。

1）招标文件的内容应体现公平原则

招标文件不得要求或者标明特定的生产供应者，以及含有倾向性或者排斥潜在投标人的其他内容。

招标文件中规定的各项技术标准均不得要求或标明某一特定的专利、商标、名称、设计、原产地或生产供应者，不得含有倾向性或者排斥潜在投标人的其他内容。如果必须引用某一生产供应者的技术标准才能准确或清楚地说明拟招标的技术标准时，则应当在参照后面加上“或相当于”的字样。

2）应包含招标项目所有实质性要求

招标文件中必须包括项目的技术要求、技术标准、对投标人资格审查的标准、投标报价要求、评标标准、标段、工期和拟签订合同的主要条款等实质性要求和条件。评标过程中，不得改变招标文件中规定的评标标准、方法和中标条件。

3）给予投标人合理投标文件编制时间

招标人应当确定投标人编制投标文件所需要的合理时间。依法必须招标的项目，自招标文件开始发出之日起至投标人提交投标文件截止之日止，时间不得少于 20 日。

4）确定适当的投标有效期

所谓投标有效期，是指招标人对投标人发出的要约作出承诺的期限。也可以理解为投标人为自己发出的投标文件承担法律责任的期限。按照《中华人民共和国合同法》的有关规定，作为要约人的投标人提交的投标文件属于要约。要约通过开标生效后，投标人就不能再行撤回。一旦作为受要约人的招标人作出承诺，并送达要约人，合同即告成立，要约人不得拒绝。在投标有效期截止前，投标人必须对自己提交的投标文件承担相应法律责任。

招标文件应该规定一个适当的投标有效期，以保证招标人有足够的时间完成评标和与中标人签订合同。投标有效期从投标人提交投标文件截止之日起计算，一般不宜超过 90 日。在投标有效期内，投标人提交的投标文件对投标人具有法律约束力，投标人不得补充、修改、撤回投标文件；否则，招标人有权没收其投标保证金并要求其赔偿损失。它一

方面起到了约束投标人在投标有效期内不能随意更改和撤回投标的作用；另一方面也促使招标方加快评标、定标和签约过程，从而保证投标人的投标不至于由于招标方无限期拖延而增加投标人的风险。因为投标人的报价考虑了一定时期内的物价波动风险，一旦超过投标人考虑的时间段，风险将大大增大。投标有效期对招标人和投标人双方都起到了保护和约束的双重作用。

招标人对已发出的招标文件进行必要的澄清或者修改的，应当在招标文件要求提交投标文件截止时间至少15日前，以书面形式通知所有招标文件收受人。该澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。此处的“澄清”，是指招标人对招标文件中的遗漏、词义表述不清或对比较复杂事项进行的补充说明和回答投标人提出的问题；“修改”是指招标人对招标文件中出现的遗漏、差错、表述不清等问题认为必须进行的修订。

3.2.2 建设工程投标

1. 投标文件

投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应当对招标文件的实质性要求作出响应。招标项目属于建设施工的，投标文件的内容应当包括拟派出的项目负责人与主要技术人员的简历、业绩和拟用于完成招标项目的机械设备等。

投标文件一般包括下列内容。

（1）投标函。

（2）投标报价。

（3）施工组织设计。

（4）商务和技术偏差表。

投标人根据招标文件载明的项目实际情况，拟在中标后将中标项目的部分非主体、非关键性工作进行分包的，应在投标文件中载明。

投标人应当在招标文件要求提交投标文件的截止时间前，将投标文件送达投标地点；在截止时间后送达的投标文件，招标人应当拒收。

招标人收到投标文件后，应当签收保存，不得开启。投标人少于3个的，招标人应当依法重新招标。

投标人在招标文件要求投标文件的截止时间前，可以补充、修改或者撤回已提交的投标文件，并书面通知招标人。补充、修改的内容构成投标文件的组成部分。

在提交投标文件截止时间后到招标文件规定的投标有效期终止之前，投标人不得补充、修改、替代或者撤回其投标文件。投标人补充、修改、替代投标文件的，招标人不予接受；投标人撤回投标文件的，其投标保证金将被没收。

2. 投标保证金

投标保证金是招标人设置的担保投标人谨慎投标的一种担保方式。为约束投标人的投标行为，保护招标人的利益，招标人通常会要求投标人提供投标保证金。当发生下列情形时，招标人有权没收投标保证金。

（1）投标人在投标有效期内撤回其投标文件。

（2）中标人未能在规定期限内提交履约保证金或者签订合同的。

招标人可以在招标文件中要求投标人提交投标保证金。投标保证金除现金外，可以是银行出具的银行保函、保兑支票、银行汇票或现金支票。投标保证金一般不得超过投标总价的 2%，但最高不得超过 80 万元人民币。投标保证金有效期应当超出投标有效期 30 天。

投标人应当按照招标文件要求的方式和金额，将投标保证金随投标文件提交给招标人。投标人不按招标文件要求提交投标保证金的，该投标文件将被拒绝，作废标处理。



案例 3－1

甲、乙两家单位已经获得了某工程投标人资格。甲在提交了一份投标文件后发现该投标文件技术方案还有待优化，并认为投标报价缺乏吸引力，遂于投标截止日期前 3 分钟重新提交了一份投标文件。乙为防止其投标文件被泄露，决定暂时不提交投标文件，等到投标截止日才提交，结果晚于投标截止时间 5 分钟才送达。招标人均受理了甲、乙的投标文件，同意其参加开标。其他投标人提出了异议。你认为招标人该如何处理？

［解］ 本案的焦点是投标文件的递交、补充、修改、替代和撤回。《招标投标法》第 28 条规定，投标文件在投标截止时间后送达的，招标人应当拒收；《招标投标法》第 29 条规定，在投标截止时间前，投标人可以补充、修改或者撤回已经提交的投标文件。本案中，甲在投标截止时间前重新提交投标文件，招标人受理其投标文件的决定合法；乙在投标截止时间后送达投标文件，招标人受理其投标文件的决定不合法，应予拒收。

3. 联合体投标

联合体投标是指某承包单位为了承揽不适于自己单独承包的工程项目而与其他单位联合，共同以一个投标人身份参与投标活动的行为。

两个以上法人或者其他组织可以组成一个联合体，以一个投标人的身份共同投标，联合体以及联合体各方资质条件应符合如下要求。

（1）联合体各方均应当具备承担招标项目的相应能力。

（2）国家有关规定或者招标文件对投标人资格条件有规定的，联合体各方均应当具备规定的相应资格条件。

（3）由同一专业单位组成的联合体，按照资质等级较低的单位确定资质等级。

联合体各方应当签订共同投标协议，明确约定各方拟承担的工作和责任，并将共同投标协议连同投标文件一并提交招标人。

共同投标协议约定了组成联合体各成员单位在联合体中所承担的各自的工作范围，这个范围的确定也为建设单位判断该成员单位是否具备“相应的资格条件”提供了依据。共同投标协议也约定了组成联合体各成员单位在联合体中所承担的各自的责任，也为将来可能引发的纠纷的解决提供了必要的依据。没有附有联合体各方共同投标协议的联合体投标为废标。

联合体投标各方应承担以下责任。

（1）履行共同投标协议中约定的责任。共同投标协议中约定了联合体中各方应该承担的责任，各成员单位必须要按照该协议的约定认真履行自己的义务，否则对联合体其他成员构成违约。共同投标协议中约定责任也是各成员单位最终的责任承担方式。

（2）就中标项目对招标人承担连带责任。如果联合体中的一个成员没能按照合同约定履行义务，招标人可以要求联合体中任何一个成员承担不超过总债务的任何比例的债务，

该单位无权拒绝。该单位在对招标人承担责任后，有权向其他成员追偿其超过共同投标协议约定债务的部分。

（3）不得重复投标。联合体各方签订共同投标协议后，不得再以自己的名义单独投标，也不得组成新的联合体或参加其他联合体的同一项目投标。

（4）不得随意改变联合体组成。联合体通过资格预审的，其组成的任何变化都必须在提交投标文件截止之日前征得招标人的同意。如果变化后的联合体，含有事先没有经过资格预审或者资格预审不合格的法人或者其他组织，或者使联合体的资质降到资格预审文件中规定的最低标准以下，招标人有权拒绝。

（5）必须指定联合体牵头人。联合体各方必须指定牵头人，授权其代表所有联合体成员负责投标和合同实施阶段的主办、协调工作，并向招标人提交由所有联合体成员法定代表人签署的授权书。应当以联合体各方或者联合体中牵头人的名义提交投标保证金，该保证金对联合体各成员具有约束力。

4. 投标报价策略

1）生存型报价策略——保本微利策略

如夺标的目的是为了在该地区打开局面，树立信誉，占领市场和建立样板工程，则可采取微利保本策略，甚至不排除承担风险，宁愿先亏后赢，此策略适用以下情况：①投标对手多、竞争激烈、支付条件好、项目风险小；②技术难度小、工作量大、配套数量多、普遍愿意承揽的项目；③为开拓市场，急于寻找客户或解决企业目前的生产规模。

2）竞争型报价策略——常规价格策略

投标报价以竞争为手段，以开拓市场，低赢利为目标，在精确计算成本的基础上，充分估计各竞争对手的报价目标，以有竞争力的报价达到中标的目的。投标人处在以下几种情况下，应采取竞争型报价策略：①经营状况不景气，近期接受到的投标邀请较少；②竞争对手有威胁性；③试图打入新的地区；④开拓新的工程施工类型；⑤投标项目风险小，施工工艺简单、工程量大、社会效益好的项目；⑥附近有本企业其他正在施工的项目。这种策略是大多数企业采用的，也叫保本低利策略。

报价方法是根据系统设计方案，核定施工工作量，确定工程成本，经过风险分析，确定应得的预期利润后进行汇总，然后再结合竞争对手的情况及招标方的心理底价对不合理的费用和设备配套方案进行适当调整，确定最终投标价。

3）赢利型报价策略——高价策略

对一些技术含量高，施工难度大，工期要求紧，地质水文、气候条件较差的工程，往往竞争对手较少，企业凭借自己先进的施工技术和精良的机械装备，以及难得的施工资质，可采用高价中标的策略。例如，在三峡工程大江截流及二期围堰工程投标过程中，由于上游围堰工程（包括大江截流、堰体填筑及防渗系统工程）在国内外影响巨大，业主必须选择一个可靠的、能胜任的承包商来完成这一工期紧、难度大、技术要求高、专业性极强的项目，葛洲坝集团具有长江干流截流的特有施工资质，施工实力强，竞争对手弱，采用高价中标的策略，一举成功。符合下列情况的投标项目可采用高价策略：①专业技术要求高、技术密集型项目；②支付条件不理想、风险大的项目；③竞争对手少、各方面自己都占绝对优势的项目；④交工期甚短、设备和劳力超常规的项目；⑤特殊约定（如要求保密等）需有特殊条件的项目。

5. 投标报价技巧

投标报价方法是依据投标策略选择的，一个成功的投标策略必须运用与之相适应的报价方法才能取得理想的效果。能否科学、合理地运用投标技巧，使其在投标报价工作中发挥应有的作用，关系到最终能否中标，是整个投标报价工作的关键所在。

1）不平衡报价法

不平衡报价法是指一个工程项目的投标报价，在总价基本确定后，如何调整内部各个项目的报价，以期既不提高总价，不影响中标，又能在结算时得到更理想的经济效益。常见的不平衡报价法有：①能够早日收回资金的项目，如前期措施费、基础工程、土石方工程等可以报价较高，以利资金周转，后期工程项目如设备安装、装饰工程等的报价可适当降低。②经过工程量核算，预计今后工程量会增加的项目，单价适当提高，这样在最终结算时可多赚钱，而将工程量有可能减少的项目单价降低，工程结算时损失不大。但是，这两种情况要统筹考虑，即对于清单工程量有错误的早期工程，如果工程量不可能完成而有可能降低的项目，则不能盲目抬高单价，要具体分析后再定。③设计图纸不明确，估计修改后工程量要增加的，可以提高单价，而工程内容说不清楚的，则可以降低一些单价。④在议标时，投标人一般都要压低标价。这时应该首先压低那些工程小的单价，这样即使压低了很多单价，总的标价也不会降低很多，而给招标人的感觉却是工程量清单上的单价大幅度下降，投标人颇有让利的诚意。⑤在其他项目费中要报工日单价和机械台班单价，可以高些，以便在日后招标人用工或使用机械时可多赢利。对于其他项目中的工程量要具体分析，是否报高价，高多少有一个限度，不然会抬高总报价。

虽然不平衡报价对投标人可以降低一定的风险，但报价必须要建立在对工程量清单表中的工程量风险仔细核对的基础上，特别是对于降低单价的项目，如工程量一旦增多，将造成投标人的重大损失；同时一定要控制在合理幅度内，一般控制在10%以内，以免引起招标人反对，甚至导致个别清单项报价不合理而废标。如果不注意这一点，有时招标人会挑选出报价过高的项目，要求投标人进行单价分析，而围绕单价分析中过高的内容压价，以致投标人得不偿失。

2）多方案报价法

有时招标文件中规定，可以提一个建议方案；或对于一些招标文件，如果发现工程范围不很明确，条款不清楚或很不公正，或者技术规范要求过于苛刻时，则要在充分估计风险的基础上，按多方案报价法处理。即是按原招标文件报一个价，然后再提出如果某条款作某些变动，报价可降低的额度。这样可以降低总造价，吸引招标人。投标人这时应组织一批有经验的设计和施工工程师，对原招标文件的设计方案仔细研究，提出更合理的方案以吸收招标人，促成自己的方案中标。这种新的建议可以降低总造价或提前竣工。但要注意的是对原招标方案一定要报价，而新方案报价是以供招标人比较的。

3）突然降价法

报价是一件保密的工作，但是对手往往会通过各种渠道、手段来刺探情报，因之用此法可以在报价时迷惑竞争对手。即先按一般情况报价或表现出自己对该工程兴趣不大，到快要投标截止时，才突然降价。采用这种方法时，一定要在准备投标报价的过程中考虑好降价的幅度，在临近投标截止日期前，根据情况信息与分析判断，再作最后决策。采用突然降价法往往只降低总价，而要把降低的部分分摊到各清单项内，可采用不平衡报价进

行，以期取得更高的效益。

4）先亏后赢法

对于大型分期建设的工程，在第一期工程投标时，可以将部分间接费分摊到第二期工程中去，少计算利润以争取中标。这样在第二期工程投标时，凭借第一期工程的经验，临时设施及创立的信誉，比较容易拿到第二期工程。但第二期工程遥遥无期时，则不可以这样考虑。

5）许诺优惠条件

投标报价附带优惠条件是行之有效的一种手段。招标人评标时，除了主要考虑报价和技术方案外，还要分析别的条件，如工期、支付条件等。所以在投标时主动提出提前竣工、低息贷款、赠给施工设备、免费转让新技术或某种技术专利、免费技术协作、代为培训人员等，均是吸引招标人、利于中标的辅助手段。

6）争取评标奖励

有时招标文件规定，对某些技术指标的评标，可以提供优于规定的指标值，评标时能给予适当的评标奖励。因此，投标人应该使招标人比较注重的指标适当地优于规定标准，可以获得适当的评标奖励，有利于在竞争中取胜。但要注意技术性能优于招标规定，将导致报价相应上涨，如果投标报价过高，即使获得评标奖励，也难以与报价上涨的部分相抵，这样评标奖励也就失去了意义。

案例 3－2

资料：

（1）付款条件：楚天大学教学楼工程在招标文件合同条款中规定：预付款数额为合同价的30%，开工后1天内支付，当第二阶段上部结构工程完成一半时付清基础工程和上部结构两个阶段的工程款且一次性全额扣回预付款项，第三阶段工程款按季度支付。

（2）原预算：远大集团经造价工程师估算工程总价为9 000万元，总工期为24个月。其中：第一阶段基础工程造价为1 200万元，工期为6个月；第二阶段上部结构工程估价为4 800万元，工期为12个月；第三阶段装饰和安装工程估价为3 000万元，工期为6个月。

（3）报价策略：承包商远大集团为了既不影响中标又能在中标后取得较好的收益，决定采用不平衡报价法对造价工程师的原估算作出适当调整，基础工程估算调整为1 300万元，结构工程估算调整为5 000万元，装饰和安装工程估算调整为2 700万元。

（4）调整意见：承包商远大集团建议业主方将支付条件改为：预付款为合同价的25%，工程款仍按季支付，其余条款不变。

（5）已知条件：1年期的存款利息率为3%。1年期的1元复利现值系数为0.970；2年期的1元复利现值系数为0.942。

问题：① 该承包商所运用的不平衡报价法是否恰当？为什么？

② 除了不平衡报价法，该承包商还运用了哪一种报价技巧？运用是否得当？

【解】

1. 计算调整额与调整幅度

（1）调整额：

基础工程调增额＝1 300－1 200＝100(万元)；

上部结构调增额＝5 000－4 800＝200(万元)；

装饰工程调减额＝2 700－3 000＝300(万元)。

(2) 调整幅度:

基础工程调增幅度=100/1 200×100%=8.33%;

上部结构调增幅度=200/4 800×100%=4.17%;

装饰工程调减幅度=-300/3 000×100%=10%。

2. 原合同条件下的账款信息:

(1) 预付款=9 000×30%=2 700 万元;

(2) 一年以后付款=(1 200+4 800)-2 700=3 300 万元;

(3) 最后的尾款=3 000 万元(分两季支付,每季末付 1 500 万元);

(4) 原合同工程款的现值=2 700+3 300×0.970+1 500×0.942/12×9+1 500×0.942

=2 700+3 201+1 059.75+1 413

=8 373.75(万元);

(5) 当上部结构完成一半时已收回静态资金的比重=(2 700+3 300)/9 000×100%=67%;

当上部结构完成一半时已收回动态资金的比重=(2 700+3 201)/9 000×100%=66%。

3. 修改合同后的账款信息

(1) 预付款=9 000×25%=2 250(万元);

(2) 一年后付款=1 300+5 000-2 250=4 050(万元);

(3) 尾款=2 700 万元(按两季支付,每季末付 1 350 万元);

(4) 修改合同的工程款现值=2 250+4 050×0.970+1 350×0.942/12×9+1 350×0.942

=2 250+3 928.5+953.775+1 271.7=8 403.975(万元);

(5) 当上部结构完成一半时已收回静态资金比重=(2 250+4 050)/9 000×100%=70%;

当上部结构完成一半时已收回动态资金比重=(2 250+3 928.5)/9 000×100%=69%。

4. 比较分析

(1) 调整后净增加的现值=8 403.975-8 373.75=30.225(万元);

(2) 收回工程款的比重:

从静态上看,调整后为 70%比未调整前的 67%增加了 3 个百分点;

从动态上看,调整后为 69%比未调整前的 66%也增加了 3 个百分点。

(3) 计算证明调整策略是正确的,因为能够增加远大集团的货币增值率。

【结论】

① 该工程运用不平衡报价法恰当。因为该承包商是将属于前期工程的基础工程和主体结构工程的报价调高,而将属于后期工程的装饰和安装工程的报价调低,这样可以在施工的早期阶段收到较多的工程款,从而提高承包商所得工程款的现值达到三十多万元;而且,这三类工程单价的调整幅度均在±10%以内,属于合理调整范围。

② 该承包商运用的另一种投标技巧就是多方案报价法,该报价技巧运用也恰当。因为承包商远大集团的报价既适用于原付款条件也适用于建议的付款条件。

3.2.3 建设工程开标

开标,即在招标投标活动中,由招标人主持,在招标文件预先载明的开标时间和开标地点,邀请所有投标人参加,公开宣布全部投标人的名称、投标价格及投标文件中其他主要内容,使招标投标当事人了解各个投标的关键信息,并且将相关情况记录在案。开标是招标投标活动中公开原则的重要体现。

开标应当在招标文件确定的提交投标文件截止时间的同一时间公开进行;开标地点应

当为招标文件中预先确定的地点。如果招标人需要修改开标时间和地点，应以书面形式通知所有招标文件的收受人，并应报工程所在地的县级以上建设行政主管部门备案。

开标由招标人主持，邀请所有投标人参加。投标人自主决定是否参加开标。招标人邀请所有投标人参加开标是法定的义务，投标人自主决定是否参加开标会是法定的权利。除了招标人和投标人外，招标人可以邀请除投标人以外的其他方面相关人员参加开标。招标人可以委托公证机构对开标情况进行公证。在实践中，招标人经常邀请行政监督部门、纪检监察部门等参加开标，对开标程序进行监督。

开标时，由投标人或者其推选的代表检查投标文件的密封情况，也可以由招标人委托的公证机构检查并公证；经确认无误后，由工作人员当众拆封，宣读投标人名称、投标价格和投标文件的其他主要内容。招标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前收到的所有投标文件，开标时都应当当众予以拆封、宣读。开标过程应当作记录，并存档备查。通常，开标的程序和内容包括密封情况检查、拆封、唱标及记录存档等。

投标文件有下列情形之一的，招标人不予受理。

（1）逾期送达的或者未送达指定地点的。

（2）未按招标文件要求密封的。

3.2.4 建设工程评标

评标，是指由招标人依法组建的评标委员会，根据法律规定和招标文件确定的评标方法和具体评标标准，对开标中所有拆封并唱标的投标文件进行评审，根据评审情况出具评标报告，并向招标人推荐中标候选人，或者根据招标人的授权直接确定中标人的过程。

1. 评标委员会

评标工作由评标委员会负责。评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成，成员人数为5人以上单数，其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的2/3。

评标专家应当从事相关领域工作满8年并具有高级职称或者具有同等专业水平，由招标人从国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门提供的专家名册或者招标代理机构的专家库内的相关专业的专家名单中确定；一般招标项目可以采取随机抽取方式，特殊招标项目可以由招标人直接确定。评标委员会成员的名单在中标结果确定前应当保密。

有下列情形之一的，不得担任评标委员会成员，并应当主动提出回避。

（1）投标人或者投标人主要负责人的近亲属。

（2）项目主管部门或者行政监督部门的人员。

（3）与投标人有经济利害关系，可能影响对投标公正评审的。

（4）曾因在招标、评标以及其他与招标投标有关活动中从事违法行为而受过行政处罚或刑事处罚的。



案例 3－3

某招标工程的开标程序由招标文件事先确定，当地招标办公室主任全程监督并主持了开标过程。评

标委员会由 6 人组成，其中：2 人来自招标单位，1 人为招标办代表，另外 3 人通过专家系统随机抽取产生。请指出本案中的不妥之处。

【解】《招标投标法》第 35 条规定，“开标由招标人主持，邀请所有投标人参加”；《招标投标法》第 37 条及配套法规规定“评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成，成员人数为 5 人以上单数，其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的 2/3”。因此，本案中的不妥之处主要有：①招标办公室主任主持开标过程(应由招标人主持)；②评标委员会由 6 人组成(应为 5 人以上单数)；③招标办代表进入评标委员会；④外聘的技术、经济专家总数低于 2/3。

评标委员会主要履行下列义务。

(1) 依法评审比较投标文件，出具个人评审意见。评标委员会成员最基本权利和主要义务，即依法按照招标文件确定的评标标准和方法，运用个人相关的能力、知识和信息，对投标文件进行全面评审和比较，在评标工作中发表并出具个人评审意见，行使评审表决权。评标委员会成员应对其参加评标的工作及出具的评审意见，依法承担个人责任。评标专家依法对投标文件进行独立评审，提出评审意见，不受任何单位或个人的干预。

(2) 签署评标报告。评标委员会直接的工作成果体现为评标报告。评标报告汇集、总结了评标委员会全部成员的评审意见，由每个成员签字认定后，以评标委员会的名义出具。

(3) 遵守职业道德。评标委员会成员在投标文件评审直至提出评标报告的全过程中，均应恪守职责，认真、公正、诚实、廉洁地履行职责，这是每个成员最根本的义务。评标委员会成员不得与任何投标人或者与招标结果有利害关系的人进行私下接触，不得收受投标人、中介人、其他利害关系人的财物或者其他好处，不得彼此之间进行私下串通。评标委员会成员如果发现存在依法不应参加评标工作的情况，还应立即披露并提出回避。

(4) 履行保密义务。评标委员会成员和参与评标的有关工作人员不得私自透露对投标文件的评审和比较、中标候选人的推荐情况，以及与评标有关的其他情况。

(5) 有关协助和配合义务。对于评标工作和评标结果发生的质疑和投诉，招标人、招标代理机构及有关主管部门依法处理质疑和投诉时，评标委员会成员应配合有关部门的投诉处理工作，配合招标人答复投标人的质疑。协助、配合有关行政监督部门的监督和检查工作，对发现的违规违法情况加以制止，向有关方面反映、报告评标过程中的问题等。

2. 评标办法

评标时，必须使用招标文件中确定的评标办法对招标文件进行评审。常用的评标办法包括：专家评议法、最低投标价法、最低评标价法、综合评分法等。

(1) 专家评议法。由评标委员会根据预先确定的拟评定的内容，如工程报价、合理工期、主要材料消耗、施工方案、工程质量和安全保证措施等项目，经过认真分析、横向比较和调查后进行综合评议。最终通过协商和投票，选择各项都很优良的投标人作为中标候选人推荐给业主。该方法操作简单，用时较短，但是仅仅限于定性分析，评议的科学性较差，容易受主观因素的影响。

(2) 最低投标价法。在满足基本技术要求的情况下，报价最低的投标人为中标候选人，但是报价低于成本价的除外。

(3) 最低评标价法。以评标价作为衡量标准，选择评标价最低的投标人作为中标候选人。评标价并不是投标价，而是将一些因素折算成价格，然后再排定标书次序，评标价最低的投标人排名靠前。

（4）综合评估法。评标委员会事先根据招标项目特点确定评价指标，并在招标文件中明确评价各个评价指标的评分细则和权重，评标时根据评分细则逐项评分，乘以权重，最后得出该标书的总分，总分最高的排名靠前。

综合评估法适用于不宜采用经评审的最低投标价法进行评标的招标项目。其要点如下。

① 综合评估法推荐中标候选人的原则：综合评估法推荐能够最大限度地满足招标文件中规定的各项综合评价标准的投标，作为中标候选人。

② 使各投标文件具有可比性。综合评估法是通过量化各投标文件对招标要求的满足程度，进行评标和选定中标候选人的。评标委员会对各个评审因素进行量化时，应当将量化指标建立在同一基础或同一标准上，使各投标文件具有可比性。评标中需量化的因素及其权重应当在招标文件中明确规定。

③ 衡量各投标满足招标要求的程度。综合评估法采用将技术指标折算为货币或者综合评分的方法，分别对技术部分和商务部分进行量化的评审，然后将每一投标文件两部分的量化结果，按照招标文件明确规定的计权方法进行加权，算出每一投标的综合评估价或者综合评估分，并确定中标候选人名单。

④ 综合评估比较表。运用综合评估法完成评标后，评标委员会应当拟定一份综合评估比较表，连同书面的评标报告提交给招标人。综合评估比较表应当载明投标人的投标报价、所做的任何修正、对商务偏差的调整、对技术偏差的调整、对各评审因素的评估和对每一投标的最终评审结果。

⑤ 备选标的评审。招标文件允许投标人投备选标的，评标委员会可以对中标人的备选标进行评审，并决定是否采纳。不符合中标条件的投标人的备选标不予考虑。

⑥ 划分有多个单项合同的招标项目的评审。对于此类招标项目，招标文件允许投标人为获得整个项目合同而提出优惠，评标委员会可以对投标人提出的优惠进行审查，并决定是否将招标项目作为一个整体合同授予中标人。整体合同中标人的投标应当是最有利于招标人的投标。

3. 评标原则

评标过程中，应严格遵守下列原则。

1）评标活动应当遵循公平、公正原则

（1）评标委员会应当根据招标文件规定的评标标准和办法进行评标，对投标文件进行系统的评审和比较。没有在招标文件中规定的评标标准和办法，不得作为评标的依据。招标文件规定的评标标准和办法应当合理，不得含有倾向或者排斥潜在投标人的内容，不得妨碍或者限制投标人之间的竞争。

（2）评标过程应当保密。有关标书的审查、澄清、评比和比较的有关资料、授予合同的信息等均不得向无关人员泄露。对于投标人的任何施加影响的行为，都应给予取消其投标资格的处罚。

2）评标活动应当遵循科学、合理的原则

评标委员会可以以书面形式，要求投标人对投标文件中含义不明确、对同类问题表述不一致，或者有明显文字和计算错误的内容，作必要的澄清、说明或补正，但是不得改变投标文件的实质性内容。


案例 3－4

表 3－1 某工程项目采用的综合评分法评标细则

评分因素	细项说明及评分标准		得分	总分
技术标评分（总分60分）	投标人的综合实力和信誉(总分 12 分)	具有建筑施工总承包一级，地基与基础专业承包一级，钢结构工程专业承包二级及以上（最高 8 分)：具备其中一项，建施 4 分，地基 2 分，钢构 2 分，都具备 8 分	8	60
		综合实力及经营状况(最高 4 分)：一般，2 分；较好，4 分	4	
	项目经理及项目小组配备(总分 12 分)	项目经理及项目部人员有承担过医药类项目的工作业绩(最高 3 分)：同类项目的工作业绩≥2 项，3 分；同类项目的工作业绩≥1 项，1.5 分	3	
		业主反馈及其他评价(最高 3 分)：较好，3 分；好，2 分；一般，1 分	3	
		在建工程 SURVEY(最高 6 分)：现场管理及施工文件(方案、安全、进度……）系统合理组织完善，6 分；一般，3 分	6	
	投标人同类项目业绩(包括国际、国内)(总分 4 分)	近 5 年已完成同类项目(最高 2 分)：完成同类项目≥3 项，1 分；完成同类项目≥5 项，2 分	2	
		目前正在履行的同类项目(最高 2 分)：同类项目≥1 项，1 分；同类项目≥2 项，2 分	2	
	投标人在项目所在地同类项目业绩(总分 3 分)	近 5 年在项目所在地已完成或正在履行同类项目(最高 3 分)：同类项目≥2 项，2 分；完成同类项目≥4 项，3 分；非同类项目一律 1 分	3	
	施工方案(总分 25 分)	施工方案及平面布置合理性(0～3 分)	3	
		施工进度计划及保证措施(0～5 分)	5	
		质量、安全措施及质量保证体系(0～5 分)	5	
		文明施工措施(0～4 分)	4	
		项目重点与难点分析及合理化建议(0～5 分)	5	
	施工工期(总分 3 分)	工期满足招标文件要求(0～1 分)	1	
		对工期有承诺及有违约经济处罚措施(0～2 分)	2	
	工程质量(总分 4 分)	工程质量符合招标文件要求(0～1 分)	1	
		对质量有承诺，有违约经济处罚措施(0～3 分)	3	

商务标评标方法：

以标底 40％与各厂商报价算数平均数 60％之和为基准价，最高或最低价格高于或低于次高或次低报

价 15%的厂商，在计算承包商算数平均数时不予考虑。且该厂商商务标得分为 15 分，以基准价为满分，报价比基准价每下降 1%，扣 1 分，最多扣 10 分；报价比基准每高 1%，扣 2 分，扣分不保底。

单价与合价不一致时以单价为准，但当评标委员会认为单价有明显的小数点错位的，则以合价为准。

经修正的投标书必须经投标人同意才具有约束力。如果投标人对评标委员会按规定进行的修正不同意时，应当视为拒绝投标，投标保证金不予退还。

3）评标活动应当遵循竞争和择优的原则

（1）评标委员会可以否决全部投标。评标委员会对各投标文件评审后认为所有投标文件都不符合招标文件要求的，可以否决所有投标。

（2）有效的投标书不足三个时不予评标。有效投标不足三个，使得投标明显缺乏竞争性，失去了招标的意义，达不到招标的目的，本次招标无效，不予评标。

（3）重新招标。有效投标人少于三个或者所有投标被评标委员会否决的，招标人应当依法重新招标。

4．评标程序

投标文件评审包括评标准备、初步评审、澄清、详细评审、提交评标报告和推荐中标候选人。

1）评标准备

（1）认真研究招标文件。通过认真研究，熟悉招标文件中的以下内容。

① 招标的目标。

② 招标项目的范围和性质。

③ 招标文件中规定的主要技术要求、标准和商务条款。

④ 招标文件规定的评标标准、评标方法和在评标过程中考虑的相关因素。

（2）招标人向评标委员会提供评标所需的重要信息和数据。

（3）编制评标需用的表格。需要编制的表格有：标价比较表或综合评估比较表。

2）初步评审

初步评审，又称投标文件的符合性鉴定。通过初评，将投标文件分为响应性投标和非响应性投标两大类。响应性投标是指投标文件的内容与招标文件所规定的要求、条件、合同协议条款和规范等相符，无显著差别或保留，并且按照招标文件的规定提交了投标担保的投标；非响应性投标是指投标文件的内容与招标文件的规定有重大偏差，或者是未按招标文件的规定提交担保的投标。响应性投标可以进入详细评标。

（1）投标文件排序。评标委员会应当按照投标报价的高低或者招标文件规定的其他方法对投标文件进行排序。

（2）废标。废标情况见后文详述。

（3）重大偏差。存在重大偏差的投标文件，属于非响应性投标。

① 没有按照招标文件要求提供投标担保或所提供的投标担保有瑕疵。

② 投标文件没有投标人授权代表的签字和加盖公章。

③ 投标文件载明的招标项目完成期限超过招标文件规定的期限。

④ 明显不符合技术规范、技术标准的要求。

⑤ 投标文件载明的货物包装方式、检验标准和方法等不符合招标文件的要求。

⑥ 投标文件附有招标人不能接受的条件。

⑦ 不符合招标文件中规定的其他实质性要求。

（4）细微偏差。细微偏差是指投标文件在实质上响应招标文件的要求，但在个别地方存在漏项或者提供了不完整的技术信息和数据等情况。

① 细微偏差不影响投标文件的有效性。

② 评标委员会应当书面要求存在细微偏差的投标人在评标结束前予以补正。

3）澄清

评标委员会可以要求投标人对投标文件中含义不明确的内容作必要的澄清或者说明，但是澄清或者说明不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。

4）详细评审

经初步评审合格的投标文件，评标委员会应当根据招标文件确定的评标标准和方法，对其技术部分和商务部分作进一步评审、比较。

评标和定标应当在投标有效期结束日 30 个工作日前完成。不能在投标有效期结束日 30 个工作日前完成评标和定标的，招标人应当通知所有投标人延长投标有效期。招标文件应当载明投标有效期。投标有效期从提交投标文件截止日起计算。

5）提交评标报告和推荐中标候选人

评标委员会签署并向招标人提交评标报告，推荐中标候选人，评标委员会也可以根据招标人的授权，直接按照评标结果，确定中标人。

中标人的投标应当符合下列条件之一：能够最大限度地满足招标文件中规定的各项综合评价标准；能够满足招标文件的实质性要求，并且经评审的投标价格最低，但是投标价格低于成本的除外。评标委员会在评标报告中应依法推荐 1～3 名中标候选人，并对推荐的中标候选人进行排序。

5. 评标报告

评标委员会完成评标后，应当向招标人提出书面评标报告，并推荐合格的中标候选人。招标人、招标代理机构和有关主管部门，无权改变、剥夺评标委员会推荐中标候选人的法定权利，不得脱离评标报告，在中标候选人之外确定中标人。

评标委员会完成评标后，应当向招标人提交书面评标报告，并抄送有关行政监督部门，评标报告应当如实记载以下内容。

（1）基本情况和数据表。

（2）评标委员会成员名单。

（3）开标记录。

（4）符合要求的投标一览表。

（5）废标情况说明。

（6）评标标准、评标方法或者评标因素一览表。

（7）经评审的价格或者评分比较一览表。

（8）经评审的投标人排序。

（9）推荐的中标候选人名单与签订合同前要处理的事宜。

（10）澄清、说明、补正事项纪要。

评标报告由评标委员会全体成员签字。对评标结论持有异议的评标委员会成员可以书面阐述不同意见及其理由。评标委员会成员拒绝在评标报告上签字且不陈述其不同意见和理由的，视为同意评标结论。评标委员会应当对此作出书面说明并记录在案。

6. 废标情况

评标过程中，评标委员会如果发现法定的废标情形的，可以决定对个别或所有投标文件作废标处理；如果发现有效投标不足，以致投标明显缺乏竞争，则可以依法否决所有投标；如果发生投标人不足3个或所有的投标被否决等法定情形，招标人应依法重新招标。

废标，也称为按无效投标处理，是指评标委员会依据法律规定和招标文件的明确规定，在评标过程中对投标文件依法作出的取消其中标资格、不再予以评审的处理决定。有下列四种情形之一的，可按废标处理。

（1）评标委员会发现投标人以他人的名义投标、串通投标、以行贿手段谋取中标或者以其他弄虚作假方式投标的，该投标人的投标应作废标处理。

（2）评标委员会发现投标人的报价明显低于其他投标报价或者在设有标底时明显低于标底，使得其投标报价可能低于其个别成本的，应当要求该投标人作出书面说明并提供相关证明材料。投标人不能合理说明或者不能提供相关证明材料的，由评标委员会认定该投标人以低于成本报价竞标，其投标应作废标处理。

（3）投标人资格条件不符合国家有关规定和招标文件要求的，或者拒不按照要求对投标文件进行澄清、说明或者补正的，评标委员会可以否决其投标。

（4）未能在实质上响应招标文件要求的投标，应作废标处理。投标文件有下列情况之一的，属于未能对招标文件作出实质性响应的重大偏差。

① 没有按照招标文件要求提供投标担保或者所提供的投标担保有瑕疵。

② 投标文件没有投标人授权代表签字和加盖公章。

③ 投标文件载明的招标项目完成期限超过招标文件规定的期限。

④ 明显不符合技术规格、技术标准的要求。

⑤ 投标文件载明的货物包装方式、检验标准和方法等不符合招标文件的要求。

⑥ 投标文件附有招标人不能接受的条件。

⑦ 不符合招标文件中规定的其他实质性要求。

3.2.5 中标、签约和履约

1. 中标

中标，是指招标人从中标候选人中择优确定中标人并与其签订工程合同的行为，被确定为合同当事人的民事主体是中标人。评标委员会负责评标并推荐合格中标候选人，而确定中标人的权利应归属招标人。当然，确定中标人的权利，招标人可以自己直接行使，也可以授权评标委员会直接确定中标人。

（1）评标委员会提出评标报告后，招标人一般应在15日内确定中标人，最迟应在投标有效期结束日的30个工作日前确定。否则，招标人应书面通知所有投标人延长投标有效期，投标人有权拒绝延期并收回投标保证金。同意延长投标有效期的投标人应当相应延长其投标担保的有效期，但不得修改投标文件的实质性内容。

（2）招标人应当接受评标委员会推荐的中标候选人，不得在评标委员会推荐的中标候选人之外确定中标人。

（3）依法强制招标的工程项目，招标人应当确定排名第一的中标候选人为中标人。排名第一的中标候选人放弃中标、因不可抗力提出不能履行合同，或者招标文件规定应当提交履约保证金而在规定期限内未能提交的，招标人可以确定排名第二的中标候选人为中标人；排名第二的中标候选人因同样原因不能签订合同的，招标人可以确定排名第三的中标候选人为中标人。

（4）招标人可以依据评标报告和推荐的中标候选人自行确定中标人，招标人也可授权评标委员会直接确定中标人。

2. 中标公示和中标通知书

为确保招标投标活动公平、公正、公开进行，有利于社会监督，确定中标人后，中标结果应当公示或者公告。采用公开招标的，在中标通知书发出前，要将预中标人的情况在该工程项目招标公告发布的同一信息网络和建设工程交易中心予以公示，公示的时间最短应当不少于 2 个工作日。

公示结束后，招标人应当向中标人发出中标通知书，告知中标人中标的结果，并同时将中标结果通知所有未中标的投标人。

中标通知书，是由招标人向中标人发出通知并确认其中标的书面凭证。中标通知书对招标人和中标人具有法律效力，就法律性质而言，中标通知书属于承诺。中标通知书发出后，招标人改变中标结果的应当赔偿中标人的损失；中标人放弃中标的，招标人可以没收中标人提交的投标保证金或者要求中标人赔偿因其放弃中标导致的损失。

招标人不得向中标人提出压低报价、增加工作量、缩短工期等违背中标人意愿的要求，并以此作为发出中标通知书或签订工程合同的条件。

3. 履约担保与合同签订

招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起 30 日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。

招标文件要求中标人提交履约保证金或者其他形式履约担保的，中标人应当提交，履约担保一般有银行保函、履约担保书和保留金，履约担保一般为建设工程合同金额的 10%左右；中标人拒绝提供履约担保的，视为放弃中标。招标文件要求中标人提交履约保证金或者其他形式履约担保的，招标人应当同时向中标人提供工程款支付担保。招标人不得擅自提高履约保证金，也不得强制要求中标人垫付中标项目建设资金。

招标人和中标人不得再行订立背离合同实质性内容的其他协议。“实质性内容”是指关于投标报价、工期、施工组织方案、质量标准、招标范围和工程量等涉及招标人和中标人权利义务关系的实体内容。

4. 招标投标情况报告和合同备案

依法必须进行招标的项目，招标人应当自确定中标人之日起 15 日内，向有关行政监督部门提交招标投标情况的书面报告。施工招标书面报告至少应包括：①招标范围；②招标方式和发布招标公告的媒介；③招标文件中投标人须知、技术条款、评标标准和方法、合同主要条款等内容；④评标委员会的组成和评标报告；⑤中标结果。

除此之外，招标人和中标人签订合同后，还应将合同提交相关主管部门登记，办理合同备案手续。订立书面合同后7日内，中标人应当将合同送工程所在地县级以上建设行政主管部门备案。

5. 投标保证金返还

招标人一般应在招标活动结束之后，及时返还投标人的投标保证金，但投标人有招标文件规定投标保证金不予退还的行为除外。招标人与中标人签订合同后5个工作日内，招标人应向中标人和未中标人退还投标保证金。各类招标项目关于投标保证金的退还规定略有差异。

若投标人在投标过程中违反谨慎和诚信投标义务，招标人有权没收投标人提交的投标保证金，以维护其合法权益。中标通知书发出后，中标人放弃中标项目的，无正当理由不与招标人签订合同的，在签订合同时向招标人提出附加条件或者更改合同实质性内容的，或者拒不提交所要求的履约保证金的，招标人可取消其中标资格，并没收其投标保证金；给招标人的损失超过投标保证金数额的，中标人应当对超过部分予以赔偿；没有提交投标保证金的，应当对招标人的损失承担赔偿责任。

6. 合同履行

中标人应当按照合同约定履行合同义务，完成中标项目。中标人不得向他人转让中标项目，也不得将中标项目肢解后分别转让给其他人。

中标人根据合同约定或者经招标人同意，可将中标项目的部分非主体、非关键性工作分包给具有相应资质的分包单位完成。中标人和分包单位就中标项目对招标人承担连带责任。



案例 3-5

某财政资金投资建设的奥体中心被确定为省重点工程，拟公开招标选择总承包商，有五家单位通过了资格审查，取得了投标资格。由招标人主持开标，并在开标会议上公布了最新的评标标准和方法，作为招标文件的附件发送给各投标人。

开标后发现：A提交的投标函中的投标报价字迹不清，难以辨别。经评审，评标委员会推荐C、D、E分别为第一、第二和第三中标候选人。招标人看重D的技术方案和丰富的施工经验将其确定为中标人，但是D的报价略高于C，遂要求D以C的报价承包该项目，D同意了招标人的要求，最后双方在发出中标通知书后第35天签订了正式的工程承包合同。

问题：

(1) 在开标会上公布最新的评标标准和方法是否合法？为什么？

(2) A的投标文件是否有效？为什么？

(3) 招标人确定D为中标人是否合法？为什么？

(4) 招标人在与D签订合同过程中有无不妥之处？若有，请指出并说明理由。

【解】 (1)《招标投标法》第40条规定："应当按照招标文件确定的评标标准和方对投标文件进行评审和比较。"《评标委员会和评标方法暂行规定》第17条规定："评标委员会应当根据招标文件规定的评标标准和方法，对投标文件进行系统评审和比较。招标文件中没有规定的标准和方法不得作为评标的依据。"因此，本案中招标人在开标会议上公布最新的评标标准和方法，并将其作为评标依据的做法不合法。

(2) 根据《招标投标法》和相关配套法规的规定，若投标文件没有实质响应招标文件的要求的，按



废标处理。《工程建设项目施工招标投标办法》第50条明确规定，投标文件关键字迹模糊不清、无法辨认的，视为废标。本案中，A的投标报价字迹不清、无法辨认，属于该《办法》中规定的关键内容字迹不清，故A的投标文件无效，应按废标处理。

(3) 招标人有权决定从评标委员会推荐的中标候选人中决定中标人，但是《评标委员会和评标方法暂行规定》第48条规定“对于使用国有资金的项目，招标人应当确定排名第一的中标候选人为中标人”。本案中，奥体中心为使用国有资金的项目，根据规定应以排名第一的C为中标人，招标人在C未放弃中标的情况下以排名第二的D为中标人不合法。

(4)《招标投标法》第46条规定，招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起30日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。本案中，招标人在发出中标通知书后第35天、并在中标人D同意降低造价的情况下与其签订正式合同，应认定为不合法。

3.3 工程项目勘察设计招投标

3.3.1 工程勘察设计招标的特点

1. 勘察招标的特点

如果勘察工作仅委托勘察任务而无科研要求，委托工作大多属于用常规方法实施的内容(地形图测绘、岩土、水文勘察)。任务比较明确具体，可以在招标文件中给出任务的数量指标，如地质勘探的孔位、探眼数量、总钻探进尺长度等。

勘察任务可以单独委托给具有相应资质的勘察单位实施，也可以将其包括在设计招标任务中，由勘察设计总承包。也就是说，由具有相应能力的设计单位完成或由其选择承担勘察任务的专业勘察分包单位承包。采用总承包招标，在合同履行过程中招标人和监理可以减少合同实施过程中可能遇到的各种协调义务，而且能使勘察工作直接根据设计需要进行，满足设计对勘察资料精度、内容和进度的要求，必要时还可以进行补充勘察工作。

2. 设计招标的特点

投标人将招标人对项目的设想变为可实施的方案。

招标人在设计招标文件中对投标人所提出的要求比较模糊、各种指标不是很明确具体，只是简单介绍建设项目的实施条件、预期达到的技术经济指标、投资限额、进度要求等。投标人要根据招标条件、现场踏勘资料和相关文件资料，对建设项目的设想变为可实施的初步方案，然后在投标文件中分别报出各自对项目的构思方案、实施计划和设计费用报价。招标人通过开标、评标程序对各方案进行比较，综合评定择优确定中标方案和中标人。

3.3.2 勘察设计的招标文件

1. 勘察招标文件

勘察招标文件主要包括以下几项。

(1) 投标邀请书。
(2) 投标人须知及前附表。
(3) 合同协议书及条款。
(4) 工作范围与技术要求。
(5) 投标文件格式。
(6) 评标方法。

2. 设计招标文件

设计招标文件的主要内容包括以下几方面。

(1) 一般内容。投标须知、合同条件、现场考察与标前会议的时间、地点等。

(2) 设计依据文件和设计依据资料。设计依据文件是指设计任务书及其他有关的经主管部门批复的文件或者其复制件，以及提供设计所需资料的内容、方式和时间。

(3) 项目说明书。工作内容，设计范围、深度和进度要求，建设周期，投资限额等。

(4) 设计要求文件。设计要求文件又称设计大纲，是设计招标文件最重要的组成部分。内容包括：①设计文件编制依据。②规划要求、技术经济指标要求和平面布局要求。③结构形式和结构设计方面的要求。④设备、特殊工程、环保、消防等方面的要求。

3.3.3 勘察设计招标评标

招标人应在招标文件中合理、公正、科学地设置评标因素和评标方法，以利于优秀设计方案的甄别。

1. 评标因素的选择

实践证明，工程项目设计招标的核心是商务因素和技术因素，其次是经济因素。应根据项目特征和要求赋予相应的分值权重。鉴于工程项目设计属于智力服务，经济因素的权重不宜太高，一般不超过15%。

(1) 商务因素。工程设计招标的商务因素一般包括投标人的设计资质等级，管理体系认证，类似项目设计业绩，拟投入的设计团队人员的资格、业绩、经验，特别是总设计师、总建筑师等人的资格、业绩、经验，投标人的设计服务承诺和建议，投标人的设计周期和设计进度安排等内容。

(2) 技术因素。工程设计招标的技术因素一般包括项目的规划设计指标、总平面布局、单体平面布置、功能分区、立体空间设计、建筑创意造型、主要技术经济指标、节能环保、交通和结构、可实施性和持续性等内容。

(3) 经济因素。工程设计招标的经济因素主要是设计费投标报价及其合理性、设计费支付进度等。

2. 评标方法的选择

工程建设项目设计招标的评标方法通常采用综合评估法。实践中通常采用初步评审和详细评审两个步骤。

初步评审主要是评标委员会专家按照招标文件规定的要求，通过无记名投票方式对投标文件进行符合性审查，通过符合性审查的投标文件进入详细审查。

详细评审主要是评标委员会专家按照招标文件规定的要求，通过无记名投票方式对投标文件的商务、技术和经济的评价因素、内容进行具体的综合评估，按照综合得分从高到低进行排名，最后推荐前三名为中标候选人。

某民用建筑住宅工程设计招标中，招标人在招标文件的商务评标因素和标准的选择时，主要从投标人的设计资质、管理体系、业绩、团队等方面考虑，其商务评标因素和标准如表 3－2 所示。

表 3－2　某民用建筑工程设计招标商务评分因素和标准

序号	评分项目	权重值	评分标准	分项分值	得分
1	设计资质及管理体系认证	10	企业设计资质符合招标文件规定的资质等级，是否通过 ISO 质量认证并成功运行一段时间	10	
2	类似项目设计业绩	30	近年完成类似项目业绩	15	
			类似项目是否投入使用	15	
3	投标人拟投入的项目设计团队人员资格、业绩情况	40	项目总设计师是否主持设计过类似工程	20	
			设计师技术水平（职称、论著、个人获奖情况）及同类工程业绩	10	
			设计组成员是否齐备	10	
4	投标人的设计周期和设计进度安排	10	工期是否合理并满足招标文件要求，为建设好本工程，设计单位提交的各项服务	10	
5	投标人的设计服务承诺和建议	10	服务承诺是否合理并满足招标文件要求，建议是否合理	10	

根据以上表 3－2 可以看出，招标人对投标人的业绩及项目团队的资格、业绩是比较在意的，也符合设计招标商务标评标因素和标准的设置要求，有利于保证项目设计质量。

3.4 工程监理招投标

3.4.1　建设工程监理招标投标的特点

区别与施工招标，监理招标主要具有下列特点。

（1）招标宗旨是对监理单位能力的选择。监理服务是监理单位的高智能投入，服务工作的好坏更多地取决于监理工作人员的业务专长、经验、判断能力、创新能力及风险意识。监理招标是能力竞争而不是价格竞争。

（2）报价在选择中居于次要地位。

（3）邀请投标人较少。选择监理单位时，一般邀请投标人的数量为 3～5 家。

3.4.2　建设监理招标文件

监理招标文件应当能够指导投标人提出实施监理工作的方案建议。主要内容有以下几项。

(1) 投标须知。内容包括：工程项目综合说明、监理范围和业务、投标文件的编制及提交、无效投标文件的规定、投标起止时间、开标的时间和地点、招投标文件的澄清和修改、评标办法等。

(2) 合同条件。招标人向投标人提出的为取得中标必须满足的(甚至是苛刻的)条件。投标人应认真分析其中可能存在的风险，防范意外的损失。

(3) 业主提供的现场办公条件。交通、通信、住宿、办公用房等方面的办公条件。

(4) 对监理人的要求。对监理人员、检测手段、解决工程技术难点等方面的要求。

(5) 其他事项。

3.4.3　监理招标评标

1. 对投标文件的评审

(1) 投标人的资质。

(2) 监理大纲。评审监理大纲中的质量、进度、投资等控制方法的科学性、合理性。

(3) 拟派的项目主要监理人员。重点是总监理工程师和主要专业工程师。

(4) 用于本工程的检测设备和仪器或委托的检测单位的情况。通常有基本满足和完全满足工程监理的需要两类，不能满足需要的不予评审。

(5) 监理费报价及其费用组成。

(6) 企业信誉、监理业绩和招标文件要求的其他条件。

2. 投标文件的比较

对投标文件进行比较时，可以采用综合评分法。具体的评分方法应当在开标前确定，开标后不得更改。评分方法如表3-3所示。通过综合评分，取得分最高的2～3名投标人为中标候选人。

项目得分＝项目权重×项目评价分

表3-3　某民用建筑工程监理招标商务评分因素和标准

序号	评 分 项 目	权重值	评 分 标 准	分项分值	得分
1	投标人的资质	15	好(10)；中(5)；差(0)	15	
2	监理规划	15	好(10)；中(5)；差(0)	15	
3	总监理工程师资格及业绩	15	好(10)；中(5)；差(0)	15	
4	人员派驻计划及人员素质	10	好(10)；中(5)；差(0)	10	
5	检测手段	15	好(10)；中(5)；差(0)	15	

续表

序号	评 分 项 目	权重值	评 分 标 准	分项分值	得分
6	投标人的业绩及奖惩情况	10	好(10)；中(5)；差(0)	10	
7	监理费报价和费用组成	10	好(10)；中(5)；差(0)	10	
8	投标人社会信誉	10	好(10)；中(5)；差(0)	10	

本章小结

作为国际惯例，招标投标是各国政府、国际组织和私人企业在大宗货物采购、建设工程承包和提供咨询服务时，广泛采用的一种竞争性公开交易方式。

现行《建筑法》确立了工程建设招标投标制度，2000年1月1日正式实施的《招标投标法》标志着我国工程建设招标投标实践和管理步入法制化轨道。目前，已经初步建立了较为完善的工程建设招标投标法规体系，其中，《招标投标法》和《建筑法》是调整工程建设招标投标活动的基本法，国务院部委颁布的部门规章则是现行招标投标法规的主要渊源。

《招标投标法》确立了工程建设招标投标的五项基本制度，即：(1)确立了建设工程强制招标制度；(2)明确招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用原则；(3)建立了对招标投标活动的行政监督体制；(4)明确了两种招标采购方式——公开招标和邀请招标；(5)确立了两种招标组织方式——招标人自行招标和委托招标代理机构办理招标。

完整的工程建设招标投标过程包括招标、投标、开标、评标、中标和签约六个阶段。招标投标过程中，任何招标投标活动均应遵循公开、公平、公正和诚实信用的基本原则，自觉接受有关部门和社会各界的监督，以严格规范的"阳光采购"程序实现预定的招标目的。

习　题

1. 填空题

(1) 招标主要有________和________两种方式。

(2) 招标人采用公开招标方式的，应当发布________；招标人采用邀请招标方式的，应当向3个以上具备承担招标项目的能力、资信良好的特定的法人或者其他组织发出________。

(3) 投标保证金一般不得超过投标总价的________，但最高不得超过________万元人民币。

(4) 由同一专业单位组成的联合体，按照资质等级________的单位确定资质等级。

(5) 如果发生投标人不足________个或所有的投标被否决等法定情形的，招标人应依法重新招标。

(6) 招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起________日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。

2. 选择题

(1) 对于未中标的单位，招标单位应退还给其(　　)。(单选)

A. 参加投标的费用　　B. 购买招标文件的费用

C. 投标保证金　　D. 参加投标人员的旅差费

(2) 国家计委颁布的《建设工程项目招标范围和规模标准规定》中规定：施工单项合同估算价在(　　)万元人民币以上，必须进行招标。(单选)

A. 50　　B. 100　　C. 200　　D. 300

(3) 开标会议应当由(　　)主持。(单选)

A. 招标人　　B. 投标人代表

C. 公证人员　　D. 建设行政部门的工作人员

(4) 建设工程监理招标的宗旨是对监理单位(　　)的选择。(单选)

A. 报价　　B. 能力

C. 资历信誉　　D. 规模和经济实力

(5) 施工招标时，下列情况中(　　)属于废标。(多选)

A. 投标书未密封　　B. 投标书逾期送达

C. 投标人未按要求提供投标担保　　D. 投标书未按规定格式填写

E. 投标单位递送标书后发觉有误，在截止日期前加补充函件的

(6) 投标单位有以下行为时，(　　)招标单位可视其为严重违约行为而没收投标保证金。(多选)

A. 通过资格预审后不投标　　B. 不参加开标会议

C. 中标后拒绝签订合同　　D. 开标后要求撤回投标书

E. 不参加现场考察

(7) 以下(　　)情况是可以经有关部门的申请，不进行招标的。(多选)

A. 涉及国家安全、国家秘密或者抢险救灾而不适宜招标的

B. 属于利用扶贫资金实行以工代赈但未使用农民工的

C. 施工主要技术采用特定的专利或者专有技术的

D. 施工企业自建自用的工程

E. 在建工程追加的附属小型工程或者主体加层工程，原中标人仍具备承包能力的

(8) 下列各项中，属于常用投标技巧的有(　　)。(多选)

A. 突然降价法　　B. 多方案报价法

C. 不平衡报价法　　D. 决策树法

E. 增加建议方案法

(9) 施工投标文件的编制内容包括(　　)。(多选)

A. 投标书　　B. 投标保证金

C. 合同条件　　D. 具有标价的工程量清单与报价表

E. 对招标文件中的合同协议条款内容的确认和响应

3. 练习题

(1) [背景]某中央财政投资的大型基础设施项目，总投资超过10亿元，项目法人委托一家符合资质条件的工程招标代理公司全程代理招标事宜。在招标过程中发生如下事件。

事件1：在评标过程中，发现投标人D的投标文件中没有投标人授权代表签字；投标人H的单价与总价不一致，单价与工程量乘积大于投标文件的总价，招标文件中没有约定此类情况为重大偏差。

事件2：在评标过程中，评标委员会发现其中G投标人的投标报价低于原标底的30%。询标时，G投标人发来书面更改函，承认原报价存在遗漏，将报价整体上调至接近于标底的99%。

事件3：在评标过程中，投标人A发来书面更改函，对施工组织设计中存在的笔误进行了勘误，同时对其投标文件中，超过招标文件计划工期的投标工期调整为在招标文件约定计划工期基础上提前10日竣工。

事件4：经评审，各投标人综合得分的排序依次是H、E、G、A、F、C、B、D。有评标委员对此结果有异议，拒绝在评标报告上签字，但又不提出书面意见。

事件5：确定中标人H后，中标人H认为工程施工合同过分袒护招标人，需要对招标文件中的合同条件进行调整，特别是当事人双方的权利与义务；招标人同时提出在中标价的基础上降低10%的要求，否则招标人不签订施工合同。

问题：

① 事件1至事件5应如何处理？并简要陈述理由。

② 评标委员会应推荐哪三个投标人为中标候选人？

(2) [背景]某招标人计划采购一批高速公路机电设备，最初准备采用邀请招标的方式，后经咨询有关专家后，决定改为公开招标和资格预审方式。招标过程中发生以下事件。

事件1：2007年7月1日上午9：00开始发售资格预审文件，7月9日下午2：00为潜在投标人递交资格预审申请文件截止时间。

事件2：经评审，R_1合同段有7家单位通过资格预审，R_2合同段有4家单位通过资格预审，R_3合同段有2家单位通过资格预审。之后向3个合同段通过资格预审的潜在投标人发出投标邀请书。

事件3：本项目招标文件自7月15日开始发售，招标文件中规定投标保证金数额为每个合同段人民币100万元。

事件4：招标文件中规定2007年7月28日下午2：00为投标文件递交截止时间，并在同一时间举行开标。7月28日下午，一名外地投标人由于交通问题于2：10到达现场，当时开标还未正式开始，经与监督部门协商，招标人接受了该投标文件。

事件5：评标结束后，招标人于8月10日发出中标通知书，R_2合同段的中标人因为特殊原因于8月20日收到此中标通知书。经合同谈判，招标人与R_2合同段的中标人于9月15日签订了合同。

事件6：在中标通知书发出后，招标人认为R_1合同段的中标价格偏高，在合同谈判时要求R_1合同段的中标人降低价格。在降价10%后，招标人与R_1合同段的中标人签订合同。

问题：

(1) 该项目如采用邀请招标是否合理?

(2) 招标过程中存在哪些问题? 请逐一进行分析。

(3) [背景] 某市政工程项目有政府投资建设，建设单位委托某招标代理公司代理施工招标。

招标代理公司确定该项目采用公开招标方式招标，招标公告仅在当地政府规定的招标信息网上发布，招标文件对省内外投标人提出了不同要求。招标文件规定，投标担保可采用投标保证金或者投标保函方式，评标方法采用经评审的最低投标价法，投标有效期为60天。

发布施工招标信息后，共有12家潜在投标人参与投标。在对潜在投标人的资质条件、业绩进行资格审查后确定其中6家公司为投标人。开标后发现以下情况。

A的投标报价为8 000万元，为最低投标报价；B在开标后又提交了一份补充说明，表示可以降价5%；C提交的银行投标保函有效期为50天；D的投标函上盖有企业及其企业法定代表人的印章，没有项目负责人的印章；E与其他投标人组成投标联合体，附有各方资质证书，没有联合体共同投标协议；F的投标报价最高，故F在开标后第二天撤回其投标文件。

经评审，A被确定为第一中标候选人。发出中标通知书后，招标人与A进行合同谈判，希望A能够压缩工期、降低工程报价。后经双方协商一致，不压缩工期，A降低报价4%。

问题：

① 本项目招标公告和招标文件有无不妥之处? 请说明理由。

② 招标代理公司对潜在投标人的资格预审是否恰当? 请说明理由。

③ 请判断6家公司投标文件的有效性，并说明理由。

④ F的行为是否合法? 请说明理由。若不合法，应如何处理?

⑤ 招标人与中标人A签订合同的行为是否妥当，合同价格应为多少? 请说明理由。

第4章 工程项目进度管理

教学目标

本章主要讲述进度管理的基本理论和方法。通过学习本章，应达到以下目标：

（1）理解进度计划管理的概念；

（2）熟悉工程进度计划的编制；

（3）掌握工程进度计划控制的措施和方法。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
工程项目进度管理概述	（1）理解进度和进度计划的概念； （2）工程项目进度影响因素； （3）工程项目进度管理过程； （4）工程项目进度管理措施	（1）工程项目进度控制的任务； （2）工程项目进度管理目标
工程项目进度计划的编制	（1）熟悉施工进度计划编制的依据和步骤；进度计划的执行； （2）掌握网络图的绘制和时间参数计算进度检查	（1）衡量进度的指标； （2）进度计划系统的类型； （3）进度计划的不同形式
工程项目进度计划的优化	工期优化 （1）工期——费用优化； （2）工期——资源优化	（1）工期——费用优化的步骤； （2）工期——资源优化的步骤
工程项目进度控制	（1）进度控制； （2）进度调整	（1）进度控制原理； （2）进度调整的方法和内容

基本概念

进度管理；工期优化；进度计划系统；流水施工；关键工作；时差；实际进度前锋线



引例

项目的目标，就是实施项目所要达到的期望结果，即项目所能交付的成果或服务。在工程项目管理过程中，引入PDCA管理方法，能确保施工质量，实现了预期的质量目标。如某学校建设教学楼、图书馆、实验楼、体育馆、工程训练中心等单项工程，2012年8月进行施工建设，到2013年8月份交付使用。项目实施进度为前期工作4个月，工程实施阶段12个月，竣工交付使用阶段1个月。该项目部制定了详细的施工进度计划，针对建筑施工过程中可能出现的质量通病，结合工程的施工图设计深度、当地所供材料的特性等情况，经过周密调查，细致分析和充分论证，查寻潜在的质量影响因素，提出了相应

的计划措施，抓住影响质量的关键重点，采取相应措施，使该项目顺利按合同工期完成任务。

4.1 工程项目进度管理概述

项目进度管理是工程项目管理中的中心控制内容之一，是保证项目按期完成，合理安排资源供应，节约建设成本的重要措施，也是衡量工程管理水平的标志。

4.1.1 工程项目进度管理

1. 工程项目进度

进度一般是指活动或工作进行的速度；工程项目进度，或称工程进度，指工程项目进行的速度。工程项目进度不能过慢或过快，工程进度过慢会导致工程项目工期拖延，引发业主的索赔；工程进度过快会增加资源的供应强度，进而增加工程成本，容易引发质量问题。因此，在现代工程项目管理中，进度已被赋予综合的含义，它将工程项目任务、工期、成本有机地结合起来，形成一个综合的指标，能全面反映项目的实施状况。

2. 工程项目进度计划

工程项目进度计划是指在既定施工方案的基础上，根据规定的工期和各种资源供应条件，对组成项目的各单位工程、各分部分项工程的施工顺序、施工起止时间及衔接关系进行合理安排的计划。项目进度计划是进行项目进度管理的重要依据，是保证项目按合同规定的日期交工，实现项目建设投资预期的经济效益、社会效益和环境效益的根本保障。

进度计划可分为：设计进度计划、施工进度计划和物资设备供应进度计划等。而施工进度计划，可按实施阶段分解为逐年、逐季、逐月等不同阶段的进度计划；也可按项目的结构分解为单位(项)工程、分部分项工程的进度计划。

3. 工程项目进度管理

工程项目进度管理是指对工程项目各阶段的工作内容、工作程序、持续时间和衔接关系编制进度计划，并将该计划付诸实施，在实施的过程中经常检查实际进度是否按计划要求进行，对出现的偏差分析原因，通过采取补救措施或调整修改原计划等方式进行管理，直至工程竣工、交付使用。进度控制的最终目的是确保项目进度总目标的实现，即工程项目的工期。

进度管理包括为确保项目按期完成所必需的所有过程，包括工作的定义、工作顺序安排、工作时间估算、进度计划和进度控制等。

4. 建设工程项目进度控制的任务

业主方进度控制的任务是控制整个项目实施阶段的进度，包括控制设计准备阶段的工作进度、设计工作进度、施工进度、物资采购工作进度，以及项目动用前准备阶段的工作进度。

设计方进度控制的任务是依据设计任务委托合同对设计工作进度的要求控制设计工作进度，这是设计方履行合同的义务。另外，设计方应尽可能使设计工作的进度与招标、施工和物资采购等工作进度相协调。在国际上，设计进度计划主要是确定各设计阶段的设计图纸(包括有关的说明)的出图计划，在出图计划中标明每张图纸的出图日期。

施工方进度控制的任务是依据施工任务委托合同对施工进度的要求控制施工工作进度，这是施工方履行合同的义务。在进度计划编制方面，施工方应视项目的特点和施工进度控制的需要，编制深度不同的控制性和直接指导项目施工的进度计划，以及按不同计划周期编制的计划，如年度、季度、月度和旬计划等。

供货方进度控制的任务是依据供货合同对供货的要求控制供货工作进度，这是供货方履行合同的义务。供货进度计划应包括供货的所有环节，如采购、加工制造、运输等。

5. 工程项目进度计划系统

从项目整体角度看，建设工程包括多个相互关联的进度计划，各项目参与方，各不同层次项目管理者都有他们的进度计划，他们组成了一个系统。对于总目标的实现而言，缺一不可。建设工程项目进度计划系统是项目进度控制的依据。由于各种进度计划编制所需要的必要资料是在项目进展过程中逐步形成的，因此项目进度计划系统的建立和完善也有一个过程，它是逐步形成的。比如没有设计的图纸和说明，是不能编制施工进度计划的。

根据项目进度控制不同的需要和不同的用途，业主方和项目各参与方可以构建多个不同的建设工程项目进度计划系统。

(1) 由不同深度的计划构成进度计划系统，包括：①总进度规划(计划)；②项目子系统进度规划(计划)；③项目子系统中的单位工程(或单项工程)进度计划等。

(2) 由不同功能的计划构成进度计划系统，包括：①控制性进度规划(计划)；②指导性进度规划(计划)；③实施性(操作性)进度计划等。

(3) 由不同项目参与方的计划构成进度计划系统，包括：①业主编制的整个项目实施的进度计划；②设计进度计划；③施工进度计划；④采购和供货进度计划等。

(4) 由不同周期的计划构成进度计划系统，包括：①五年建设进度计划；②年度、季度、月度、旬和周进度计划等。

在建设工程项目进度计划系统中，各进度计划或各子系统进度计划编制和调整时必须注意其相互之间的联系和协调。

4.1.2 工程项目进度影响因素

由于工程建设项目具有庞大、复杂、周期长、相关单位多等特点，故影响工程项目进度有诸多因素，影响建设工程进度的不利因素有很多，如人为因素，技术因素，设备、材料及构配件因素，机具因素，资金因素，水文、地质与气象因素，以及其他自然与社会环境等方面的因素。在工程建设过程中，常见的影响因素如下。

1. 项目参加者因素

影响工程项目施工进度的单位不只是施工承包单位，还有与工程建设有关的单位。如

政府、业主、设计、物资供应、贷款，以及运输、通信、供电部门等，其工作进度的拖后必将对施工进度产生影响。因此，控制施工进度仅仅考虑承包单位是不够的，必须充分发挥监理的作用，协调各相关单位之间的进度关系。对于无法进行协调控制的进度关系，在进行进度计划的安排中应留有足够的机动时间。另外，施工单位自身管理水平、技术水平以及项目经理部在现场的组织、协调与控制能力的影响也是重要的因素。

2. 施工的技术因素

施工过程需要的材料、构配件、机具和设备等不能按期运抵施工现场或运抵后发现不符合有关标准的要求，都会影响施工进度。质量不合格引起返工，低估施工技术难度，对出现的技术问题采取的措施不当及施工安全措施不当等。由于施工现场的情况千变万化，若承包单位的施工方案不恰当、计划不周详、管理不完善、解决问题不及时等，都会影响工程项目的施工进度。

3. 设计变更因素

由于原设计有问题需要修改，或由于业主提出了新的要求，在施工过程中出现设计变更是在所难免的。应加强图纸的审查，严格控制随意变更，特别应对业主提出的非必要的变更要求进行制约。

4. 资金因素

工程的顺利施工必须有足够的资金作保障。通常，资金的影响来自建设单位，由于建设单位不能按时拨付工程款，或由于拖欠工程进度款，甚至要求承包商垫资，将会影响承包单位的流动资金周转，从而影响施工进度。

5. 不利条件因素

在施工过程中遇到气候、水文、地质及周围环境等方面的不利因素，或是需要处理地下的障碍、隐患和文物，则必然影响到施工进度。

总之，在进度控制时可充分利用有利因素，预防和克服不利因素，使进度目标制订得更加可行；在进度控制实施过程中，事先制订预防措施，事中采取有效办法，事后进行妥善补救，缩小实际进度与计划进度的偏差，争取对工程进度实施主动控制和动态控制。

4.1.3 工程项目进度管理过程

1. 工程项目进度管理程序

(1) 确定进度目标，明确计划开工日期、计划总工期和计划竣工日期，并确定项目分期分批的开工、竣工日期。

(2) 编制施工进度计划，并使其得到各个方面如施工企业、建设单位、监理工程师的批准。

(3) 实施进度计划，由项目经理部的工程部调配各项项目施工资源，组织和安排各工程队按进度计划的要求实施工程项目。

(4) 施工项目进度控制，在施工项目部计划、质量、成本、安全、材料、合同等各个职能部门的协调下，定期检查各项活动的完成情况，记录项目实施过程中的各项信息，用

进度控制比较方法判断进度完成情况，如进度出现偏差，则应调整进度计划，以实现项目进度的动态管理。

（5）阶段性任务或全部任务完成后，应进行进度控制总结，并编写进度控制报告。

2. 工程项目进度管理目标

在确定工程项目进度目标时，必须全面、细致地分析与建设工程进度有关的各种有利因素和不利因素，只有这样，才能制订出一个科学、合理的进度管理目标。确定工程项目进度管理目标的主要依据有：建设工程总进度目标对施工工期的要求；工期定额、类似工程项目的实际进度；工程难易程度和工程条件的落实情况等。

确定工程项目进度目标应考虑以下几个方面。

（1）对于大型建设工程项目，应根据尽早提供可动用单元的原则，集中力量分期分批建设，以便尽早投入使用，尽快发挥投资效益。这时，为保证每一动用单元能形成完整的生产能力，就要考虑这些动用单元交付使用时所必需的全部配套项目。因此，要处理好前期动用和后期建设的关系，每期工程中主体工程与附属工程之间的关系等。

（2）结合本工程的特点，参考同类建设工程的经验来确定施工进度目标，避免只按主观愿望盲目确定进度目标，从而在实施过程中造成进度失控。

（3）考虑工程项目所在地区地形、地质、水文、气象等方面的限制条件。

（4）外部协作条件的配合情况。包括施工过程及项目竣工动用所需的水、电、气、通信、道路及其他社会服务项目的满足程度和满足时间。它们必须与有关项目的进度目标相协调。

（5）合理安排土建与设备的综合施工。要按照它们各自的特点，合理安排土建与设备基础、设备安装的先后顺序及搭接、交叉或平行作业，明确设备工程对土建工程的要求和土建工程为设备工程提供施工条件的内容及时间。

（6）做好资金供应能力、施工力量配备、物资供应能力与施工进度的平衡工作，确保满足工程进度目标的要求。

4.1.4 工程项目进度管理措施

工程项目项目进度控制的措施主要有组织措施、技术措施、合同措施、经济措施和信息管理措施等。

1. 组织措施

组织措施是实现进度控制的有效措施。为有效控制工程项目的进度，必须处理好参建各方工作中存在的问题，建立协调的工作关系，通过明确各方的职责、权利和工作考核标准，充分调动和发挥各方工作的积极性、创造性及潜在能力。建立施工项目进度实施和控制的组织系统，订立进度控制工作制度：检查时间、方法，召开协调会议时间、人员等，落实各层次进度控制人员、具体任务和工作职责，确定施工项目进度目标，建立施工项目进度控制目标体系。

2. 技术措施

建设工程项目进度控制的技术措施涉及对实现进度目标有利的设计技术和施工技术的

选用。尽可能采用先进施工技术、方法和新材料、新工艺、新技术，保证进度目标实现。设计工作前期，应对设计技术与工程进度的关系作分析比较；工程进度受阻时，应分析有无设计变更的可能性。在决策选用施工方案时，应考虑其对进度的影响。落实施工方案，在发生问题时，能适时调整工作之间的逻辑关系，加快施工进度。

3. 合同措施

合同措施是主要施工合同，是建设单位与施工单位订立的，用来明确责任、权利关系的具有法律效力的协议文件，是运用市场经济体制组织项目实施的基本手段。建设单位根据施工合同要求施工单位在合同工期内完成工程建设任务，并以施工单位实际完成工程量为依据，按施工合同约定的方式、比例支付工程款。因此，合同措施是建设单位进行目标控制的重要手段，是确保目标控制得以顺利实施的有效措施。

以合同形式保证工期进度的实现，即保持总进度控制目标与合同总工期相一致，分包合同的工期与总包合同的工期相一致。供货、供电、运输、构件加工等合同规定的提供服务时间与有关的进度控制目标一致。

4. 经济措施

经济措施是指利用经济手段来控制工程进度，如业主通过行使支付控制权来控制工程进度。建设工程项目进度控制的经济措施涉及资金需求计划、资金供应的条件和经济激励措施等。

5. 信息管理措施

信息管理措施则主要包括建立进度信息收集和报告制度，定期进行计划进度与实际进度的比较，及时提供进度比较分析报告等。建立对施工进度能有效控制的监测、分析、调整、反馈信息系统和信息管理工作制度，随时监控施工过程的信息流，实现连续、动态的全过程进度目标控制。信息技术应用是一种先进的管理手段，有利于提高进度信息处理的速度和准确性，有利于增加进度信息的透明度，有利于促进相互间的信息统一与协调工作。

4.2 工程项目进度计划的编制

4.2.1 工程项目进度总目标的论证

建设工程项目的总进度目标指的是整个工程项目的进度目标，它是在项目决策阶段项目定义时确定的，项目管理的主要任务是在项目的实施阶段对项目的目标进行控制。建设工程项目总进度目标的控制是业主方项目管理的任务(若采用建设项目工程总承包的模式，协助业主进行项目总进度目标控制也是建设项目工程总承包方项目管理的任务)。在进行建设工程项目总进度目标控制前，首先应分析和论证进度目标实现的可能性。若项目总进度目标不可能实现，则项目管理者应提出调整项目总进度目标的建议，并提请项目决策者审议。

1. 工程项目实施阶段项目总进度包括的内容

(1) 设计前准备阶段的工作进度。
(2) 设计工作进度。
(3) 招标工作进度。
(4) 施工前准备工作进度。
(5) 工程施工和设备安装进度。
(6) 工程物资采购工作进度。
(7) 项目动用前的准备工作进度等。

建设工程项目总进度目标论证应分析和论证上述各项工作的进度，以及上述各项工作进展的相互关系。

在建设工程项目总进度目标论证时，往往还不掌握比较详细的设计资料，也缺乏比较全面的有关工程发包的组织、施工组织和施工技术等方面的资料，以及其他有关项目实施条件的资料，因此，总进度目标论证并不是单纯的总进度规划的编制工作，它涉及许多工程实施的条件分析和工程实施策划方面的问题。

2. 大型建设工程项目总进度目标

总进度纲要的主要内容包括以下几方面。
(1) 项目实施的总体部署。
(2) 总进度规划。
(3) 各子系统进度规划。
(4) 确定里程碑事件的计划进度目标。
(5) 总进度目标实现的条件和应采取的措施等。

4.2.2 工程项目进度计划编制的程序

1. 建设工程项目总进度目标论证的工作步骤

(1) 调查研究和收集资料。
(2) 项目结构分析。
(3) 进度计划系统的结构分析。
(4) 项目的工作编码。
(5) 编制各层进度计划。
(6) 协调各层进度计划的关系，编制总进度计划。
(7) 若所编制的总进度计划不符合项目的进度目标，则设法调整。
(8) 若经过多次调整，进度目标无法实现，则报告项目决策者。

2. 调查研究和收集资料包括的工作

(1) 了解和收集项目决策阶段有关项目进度目标确定的情况和资料。
(2) 收集与进度有关的该项目组织、管理、经济和技术资料。
(3) 收集类似项目的进度资料。

（4）了解和调查该项目的总体部署。

（5）了解和调查该项目实施的主客观条件等。

3．大型建设工程项目的结构分析

根据编制总进度纲要的需要，将整个项目进行逐层分解，并确立相应的工作目录。例如：①一级工作任务目录，将整个项目划分成若干个子系统；②二级工作任务目录，将每一个子系统分解为若干个子项目；③三级工作任务目录，将每一个子项目分解为若干个工作项。

4．编制各层进度计划

整个项目划分成多少结构层，应根据项目的规模和特点而定。其中，大型建设工程项目的计划系统一般由多层计划构成。例如：

① 第一层进度计划，将整个项目划分成若干个进度计划子系统；

② 第二层进度计划，将每一个进度计划子系统分解为若干个子项目进度计划；

③ 第三层进度计划，将每一个子项目进度计划分解为若干个工作项。

④ 整个项目划分成多少计划层，应根据项目的规模和特点而定。

5．项目的工作编码

项目的工作编码指的是每一个工作项的编码，编码有各种方式，编码时应考虑下述因素。

（1）对不同计划层的标识。

（2）对不同计划对象的标识(如不同子项目)。

（3）对不同工作的标识(如设计工作、招标工作和施工工作等)。

如图4.1所示为建设工程项目进度计划系统示例。

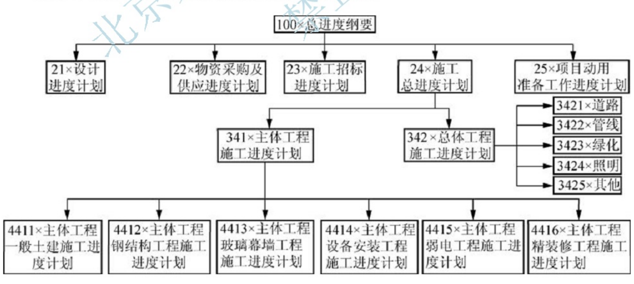


图4.1 建设工程项目进度计划系统示例

6．工程项目项目进度管理体系

1）施工准备工作计划

施工准备工作的主要任务是为建设工程的施工创造必要的技术和物资条件，统筹安排

施工力量和施工现场。

施工准备的工作通常包括技术准备、物资准备、劳动组织准备、施工现场准备和施工场外准备。为落实各项施工准备工作，加强检查和监督，应根据各项施工准备工作的内容、时间和人员，编制施工准备工作计划。

2）施工总进度计划

施工总进度计划是根据施工方案和工程项目的开展程序，对全工地所有单位工程作出时间上的安排。

施工总进度计划在于确定各单位工程及全工地性工程的施工期限及开竣工日期，进而确定施工现场劳动力、材料、成品、半成品、施工机械的需要量和调配情况，以及现场临时设施的数量、水电供应量的能源、交通需求量。

科学、合理地编制施工总进度计划，是保证整个建设工程按期交付使用，充分发挥投资效益，降低建设工程成本的重要条件。

3）单位工程施工进度计划

单位工程施工进度计划是在既定的施工方案的基础上，根据规定的工期和各种资源供应条件，遵循各施工过程的合理施工顺序，对单位工程中的各施工过程作出时间和空间上的安排，并以此为依据，确定施工作业所必需的劳动力、施工机具和材料供应计划。

科学、合理地编制施工总进度计划，是保证在规定工期内完成符合质量要求的工程任务的重要前提。也为编制各种资源需要量计划施工准备工作计划提供依据。

4）分部、分项工程进度计划

分部分项工程进度计划是针对工程量较大或施工技术比较复杂的分部、分项工程，在根据工程具体情况所制定的施工方案的基础上，对其各施工过程作出的时间安排。

4.2.3 工程项目进度计划的编制方法

1. 施工总进度计划

1）施工总进度计划概念

施工总进度计划是针对建设项目或建筑群的施工而编制的施工进度计划，它是施工总体方案在时间序列上的反映。由于这种项目规模大、子项目多，因而其进度计划具有概略的控制性、综合性、预测因素多，对进度只能起规划作用，用以确定各主要工程项目的施工起止日期，综合平衡各施工阶段(或施工年、季度)建筑工程的工程量和投资分配。施工总进度计划应在施工组织总设计阶段编制完成。

2）施工总进度计划的编制步骤

(1）收集编制依据。收集施工合同、施工进度目标、工期定额、有关技术资料与施工部署等。

(2）确定进度编制目标。应在充分研究经营策略的前提下，确定一个比合同工期和指令工期更积极可靠(更短)的工期作为编制施工总进度计划的目标工期。

(3）计算工程量。施工总进度计划的工程量综合性比较大，编制计划者可从图纸计算得出。因为企业投标报价需要计算工程量，现在有些招标文件就附有工程量清单，所以也可利用这些工程量。

(4) 确定各单位工程的施工期限和开、竣工日期。影响单位工程施工期限的因素很多，主要包括：建筑类型、结构特征和工程规模，施工方法，施工经验和管理水平，资源供应情况以及施工现场的地形、地质条件等。因此，各单位工程的工期应综合考虑上述因素并参考有关工程定额(或指标)、类似工程实际情况决定。

(5) 安排各单位工程的搭接关系。在不违背工艺关系(如设备安装与土建工程)的前提下，主要考虑资源平衡(如主要工种工人的连续作业)的需要，搭接越多，总工期越短。在具体安排时着重考虑以下几点。

① 根据施工要求兼顾施工可能，尽量分期分批的安排施工，明确每个施工阶段的主要单位工程开、竣工时间。

② 同一时期安排开工项目不宜过多，其中施工难度大、工期长的应尽量先安排开工。

③ 每个项目的施工准备、土建施工、设备安装、试生产在时间上要合理衔接。

④ 土建、设备安装应组织连续、均衡的流水施工。

(6) 编制施工总进度计划表。首先根据各单位工程(或单项工程)的工期与搭接关系，编制初步计划；然后按照流水施工与综合平衡的要求，调整进度计划得出施工总进度计划；最后依据总进度计划编制分期分批施工工程的开工日期、完工日期及工期一览表，资源需要量表等。

(7) 编写说明书。施工总进度计划的编制说明书内容有：施工总进度计划安排的总工期；工期提前率(与合同工期比较)；施工高峰人数，平均人数及劳动力不均衡系数；本计划的优缺点；本计划执行的重点和措施；有关责任的分配等。

2. 单位工程施工进度计划

1) 单位工程施工进度计划的概念

单位工程施工进度计划以施工方案为基础，根据规定工期、技术及物资的供应条件，遵循各施工过程合理的工艺顺序，统筹安排各项施工活动进行编制，它是针对单位工程的施工而编制。这种进度计划所含施工内容比较简单，施工工期相对较短，故具有作业指导性。它为各施工过程指明了一个确定的施工日期，即时间计划，并以此为依据确定施工作业所必需的劳动力和各种物资的供应计划。单位工程进度计划通常由建筑业企业项目经理部在单位工程开工之前编制完成。

2) 单位工程施工进度计划的编制步骤

(1) 熟悉图纸和有关资料，调查施工条件。

(2) 施工过程项目划分。任何一个建筑物的建造，都是由许多施工过程所组成。因建筑物类型、建造地点、时间的不同，每一建筑物所要完成的施工过程数量和内容也各不相同。

① 施工过程的粗细程度。为使计划简明，便于执行，原则上应尽量减少施工过程的数目，能合并的项目尽可能的合并。关键是找到工作量大、工作持续时间长的主导施工过程。

② 施工过程应与施工方法一致。应结合施工方法进行划项，以保证进度计划能够完全符合施工进展的实际情况，真正能起到指导施工的作用。

(3) 编排合理的施工顺序。确定施工顺序是为了按照施工的技术规律和合理的组织关系，解决各项目之间在时间上的先后顺序和搭接关系，以期做到保证质量、安全施工、充

分利用空间、争取时间，实现合理安排工期的目的。

施工顺序是在施工方案中确定的施工起点流向、施工阶段程序的基础上，按照所选的施工方法和施工机械的要求确定的。确定施工顺序时，必须根据工程的特点、技术上和组织上的要求，以及施工方案等进行研究，不能拘泥于某种僵化的顺序。

(4) 计算各施工过程的工程量。施工过程确定后，根据施工图及有关工程量计算规划，按划分的施工段的分界线，分层分段分别计算各个施工过程的工程量，以便于安排进度。工程量计算应与所采用的施工方法一致；工程量的计量单位应与采用定额的单位一致。

(5) 确定劳动力和机械需要量。计算劳动量和机械需要量时，应根据现行施工定额，并考虑实际施工水平，使作业班组有超额完成的可能性，以调动其工作积极性。

① 对普通工程分项的劳动量或机械台班需要量，可由式(4-1)确定。

$$P_t=\frac{Q_t}{S_t}=Q_tH_t \tag{4-1}$$

式中 P_t——某工程分项劳动量或机械台班需要量；

Q_t——某工程分项的工程量；

S_t——完成某工程分项的产量定额；

H_t——完成某工程分项的时间定额。

② 对于零星工程之组合工程分项，可先由式(4-2)确定其平均产量定额，然后按式(4-1)确定其劳动量或机械需要量。

$$\bar{S}=\frac{\sum\limits_{n=1}^{n}Q_t}{\dfrac{Q_1}{S_1}+\dfrac{Q_2}{S_2}+\cdots+\dfrac{Q_n}{S_n}} \tag{4-2}$$

式中 $\bar{S}$——某组合分项平均产量定额；

Q_i——第 i 零星工程的工程量，$1\leqslant i\leqslant n$；

S_i——第 i 零星工程的产量定额，$1\leqslant i\leqslant n$；

n——组合分项的零星工程数量。

(6) 工程分项工作持续时间。

① 定额计算法。这种方法是根据施工项目的劳动量或机械台班需要量，按配备的劳动人数或机械台数计算其工作持续时间，计算公式为

$$t_i=\frac{P_i}{R_ib} \tag{4-3}$$

式中 P_i——某工程分项劳动量或机械台班需要量；

t_i——某工程分项的工作持续时间；

R_i——该工程分项所配备的班组作业人数或机械台数；

b——每天采用的工作班制。

施工班组人数的确定。在确定班组人数时，应考虑最小劳动组合人数、最小工作面和可能安排的施工人数等因素。最小劳动组合即某一施工过程进行正常施工所必需的最低限度的班组人数；可能安排的人数指施工单位所能配备的人数；最小工作面即施工班组为保证安全生产和有效地操作所需的工作空间。

工作班制的确定。一般情况下，当工期允许、劳动力和机械周转使用不紧迫、施工工艺无“连续”施工要求时，可采用一班制施工；当工期较紧或为了提高机械的使用率，或工艺上要求连续施工时，某些施工过程可考虑二班制甚至三班制施工。

② 经验估算法。针对采用新工艺、新技术、新结构、新材料等无定额可循的工程分项，首先根据经验进行最乐观时间(a)、最可能时间(b)、最悲观时间(c)的估计，然后按下列公式确定工作持续时间：

$$t=\frac{a+4b+c}{6} \tag{4-4}$$

③倒排计划法。倒排计划法是根据流水施工方式及要求工期，先确定工作持续时间，再确定班组人数(或机械台数)及工作班制。

(7) 编制施工进度计划图(表)。应优先使用网络图，有时也可使用横道图。注意要编制说明，要进行进度计划风险分析并制定控制措施。

(8) 编制劳动力和物资等资源计划。有了施工进度计划之后，还需要依据它编制劳动力、主要材料、预制件、半成品及机械设备需要量计划，资金收支计划。施工过程就是资源的消耗过程，要以资源支持施工，这些计划统称为施工进度计划的支持性计划。

3. 流水作业方法

流水作业方法是在工程项目施工中广泛使用的组织科学施工的计划方法，用流水作业方法组织施工，可以产生良好的经济技术效果，用流水作业方法组织施工，其实质就是组织连续作业，均衡生产。从逻辑关系方面来讲，在流水施工组织中，既要考虑组织关系，又要考虑工艺关系。在同一条流水线上有衔接关系，也就是同一工种在不同的工作面上工作要保持连续，还要衔接；在不同的流水线上不同的工种又是平行搭接的。这本身就很明确地确定了用流水作业组织施工项目中各项工作的逻辑关系。

以某基础工程为例，该工程可划分四个施工段，其工作量及定额资料见表4－1。试写出施工进度计划。

表4－1　某基础工程工作量及定额资料表

序号	工作名称	工程量/m³				产量定额/(m³/工日)	专业队(组)人数(机械台班)
		(1)	(2)	(3)	(4)		
1	人工挖土	150	112.5	112.5	30	2.5	15
2	混凝土垫层	45	45	30	30	1.5	10
3	砖混基础	90	90	67	45	1.6	14
4	回填土	60	30	60	60	3	10

(1) 确定施工过程 $m=4$。

(2) 确定施工段落 $n=4$。

(3) 组织专业队伍(组)，已知为四个(挖土、垫层、砌砖、回填各一个施工队(组)。

(4) 计算流水节拍，流水节拍是指每个专业工作队在各个施工阶段上完成相应的施工任务所需要的工作持续时间。这里采用定额计算法，工作持续时间的计算公式为

$$D=\frac{Q}{RS} \tag{4-5}$$

式中 D——工作持续时间；

Q——工作的工程量，以实物度量单位表示；

R——人工或机械设备的数量，以人或台数表示；

S——产量定额，以单位时间完成的工作量表示。

例如：人工挖土在第一阶段上的流水节拍，$D_{11}=Q_{11}/(R_{11}\times S_{11})=150/(15\times 2.5)=4$（天）。

用同样的方法求出各施工段上的流水节拍，得到流水节拍表4-2。

表4-2 某基础工程流水节拍表

m \ n	(1)	(2)	(3)	(4)
挖土	4	3	3	4
垫层	3	3	2	2
砌砖	4	4	3	2
回填	2	1	2	2

(5) 计算流水步距 K。流水步距是相邻两个专业工程队在保证施工顺序并满足连续施工、最大限度地搭接和保证工程质量要求的前提下，相继投入施工的最小工作时间间隔，即相邻工序开工到开工的时间间隔。

流水步距的计算法则是：累加数列错位相减取最大值。首先累加各施工段上的流水节拍，形成累加数列；其次将相邻两施工段的累加数列错位相减，取差数之大者为两个施工段的流水步距。假设有 m 个施工过程，有 $m-1$ 个流水步距。

例如，挖土的累加数列与垫层的累加数列错位相减如表4-3所示。

表4-3 错位相减计算结果

4	7	10	14	
	3	6	8	10
4	4	4	6	−10

$K_1=6$ 即挖土和垫层这两个相邻工序开工的时间间隔为6，用同样的方法求出 $K_2=3$（垫层与砌砖）、$K_3=8$（砌砖与回填）各相邻工序的流水步距。

(6) 计算工期 T。

$$T=(K_1+K_2+K_3)+(D_{41}+D_{42}+D_{43}+D_{44})=(6+3+8)+(2+1+2+2)=24(\text{天})$$

(7) 绘制进度图。在一般流水作业方式中，每个施工过程在每段上的流水节拍一般是不相等的，不同的施工过程在同一施工段落上的作业时间是不相同的。当在组织流水作业时，使每个施工过程在每段的流水节拍都相等；同时不同施工过程在同一段落上也相等，这样的流水作业就是等节奏流水施工(等节拍等步距流水作业)。如果每个施工过程在各段上的流水节拍都相等，而不同的施工过程在同一段落上的流水节拍成倍数，这样的流水作业就称为异节奏流水组织方法(成倍节拍流水)。如图4-2所示为一般流水作业进度计划。

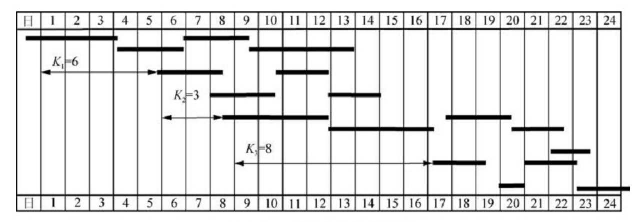


图 4.2　一般流水作业进度计划

4. 横道图计划

横道图，又称甘特图，主要用于项目计划和项目进度安排，它是以一段横道线表示一项活动，通过横道线在带有时间坐标的图表中的位置来表示各项活动的开始时间、结束时间和各项工作的先后顺序的方法，这种方法已经被广大的建筑施工管理技术人员所熟悉和掌握，而且，从目前中国的实际情况和技术管理水平来说，基层的施工单位在编制生产作业计划或施工进度计划时，这种方法仍然是一种普遍采用的计划表示方法。如图 4.3 所示为某项目进度计划。

工作名称	持续时间	进度计划/天															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
挖土方	6																
垫层	3																
支模板	4																
绑钢筋	5																
浇混凝土	4																
回填土	5																

图 4.3　某项目进度计划

横道图的计划方法具有它显著的优点，这些优点表现为以下几方面。

(1) 编制比较简单，绘图比较方便。

(2) 施工过程排列整齐有序，简单明了。

(3) 进度计划表达形象、直观易懂、容易掌握。

在进度计划中，由于有时间坐标，并可以在进度计划中标注有关内容，施工过程的起止时间，延续时间，工作进度，流水施工的基本情况，以及工期等一目了然。

(4) 便于统计各种资源的数量。

虽然横道图计划有很多的优点，但也存在着许多不足和局限，这些不足与局限表现为以下几个主要方面。

(1) 不能反映计划任务中各施工过程之间的相互关系。横道图计划不能反映工程计划任务中各个施工过程之间存在的工艺关系、组织关系和内部的依赖关系，也就是不能明确表示出各个施工过程之间内部存在的互相依赖、互相制约的逻辑关系。

(2) 不能明确施工过程的关键性。横道图计划不能够指出整个工程对象的所有施工过

程哪些是关键的，哪些是非关键性的。同时也不能表明一个或若干个施工过程延迟或提前完成以后对整个工程计划任务完成的影响程度。

(3) 不能应用计算机进行计算，更不能进行优化。由于横道图计划不能指出整个计划安排的优劣好坏，也不能计算施工过程的各种时间指标。因而不能指出所有施工过程中存在的自由机动时间，也就不能从横道图计划中指出计划安排的潜力及这种潜力的大小。

横道图计划不能应用计算机进行管理，所有计算都需通过人工计算才能完成。

由于横道图计划存在上述的局限，在工程规模不大的情况下，还可以勉强使用。但当工程规模比较大，技术要求复杂，施工过程很多的时候，如果仍然采用横道图计划方法，就更不能判断其计划安排的优劣程度，也难以表达计划安排中错综复杂的逻辑关系，也就使得决策感到盲目。

5. 网络计划方法

网络计划是通过网络图的绘制、时间参数的计算进行计划的优化，通过其关键线路，实现管理者对项目的进度控制。国际上，网络计划有许多名称，如 CPM、PERT、CPA、MPM 等。

网络图是由箭线和节点组成，用来表示工作流程的有向、有序网状图形。在网络图上加注工作的时间参数而编成的进度计划，称为网络计划。在中国建筑业中，网络计划方法这一原理，主要应用于施工进度计划的编制，通过运用网络计划方法，给企业的管理工作和计划的编制工作带来了很高的工作效率，取得了良好的经济效果。其基本原理如下。

把一项工程全部建造过程分解成若干项工作，并按各项工作开展顺序和相互制约关系，绘制成网络图。通过网络图各项时间参数计算，找出关键工作和关键线路。利用最优化原理，不断改进网络计划初始方案，并寻求其最优方案。在网络计划执行过程中，对其进行有效的监督和控制，以最少的资源消耗，获得最大的经济效益。网络计划具有以下特点。

① 网络计划把计划各工作的逻辑关系表达得非常清楚，其实质上表示了项目工程活动的流程，网络图就是一个工作流程图。

② 通过网络分析，能够为项目组织者提供丰富的信息(时间参数)。

③ 十分清晰地判明关键工作。这一点对于计划的调整和实施中的控制来说非常重要。

④ 很方便进行工期、成本、资源的优化。

⑤ 网结计划方法有普遍的适用性，特别对复杂的大型项目更显出其优越性。对于复杂的网络计划，网络图的绘制、分析、优化和使用往往可以借助计算机来进行。

中国《工程网络计划技术规程》推荐的常用工程网络计划类型包括：双代号网络计划、单代号网络计划、双代号时标网络计划、单代号搭接网络计划。

1) 双代号网络计划

双代号网络计划是以箭线及两端节点的编号表示工作的网络图，并在箭线上标注工作的持续时间，以形成双代号网络计划。双代号网络图主要由工作、节点和线路三个要素组成。

(1) 工作。在双代号网络图中，工作用一根箭线和两个圆圈来表示(图 4.4)。工作的内容写在箭线的上面，完成工作所需要的时间写在箭线的下面，箭尾表示工作开始，箭头表示工作结束。圆圈中的两个号码用来表示这项工作。

i 工作名称 持续时间 j

图 4.4 双代号网络图表示法

工作通常分为三种：第一种为需要消耗时间和资源，一般用实箭线表示；第二种为只消耗时间，不消耗其他资源，如混凝土养护，用点画线表示；第三种为既不消耗时间，也不消耗资源，用虚箭线表示。虚工作是人为的虚设工作，只表示相邻前后工作之间的逻辑关系。

(2) 节点。在网络图中箭线的出发和交汇处通常画上圆圈，用以标志该圆圈前面一项或若干项工作的结束和允许后面一项或若干项工作开始的时间点称为节点。在网络图中，节点不同于工作，它只标志着工作的结束和开始的瞬间，起着连接工作的作用。如图 4.5 所示为某混凝土工程网络图。

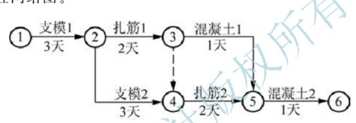


图 4.5 某混凝土工程网络图

(3) 线路。网络图中从起点节点开始，沿箭线方向连续通过一系列箭线与节点，最后到达终点节点所经过的通路，称为线路。线路既可依次用该线路上的节点编号来表示，也可依次用该线路上的工作名称来表示。每一条线路都有自己确定的完成时间，它等于该线路上各项工作持续时间的总和，称为线路时间。图 4.5 中有三条线路，这三条线路既可表示为：①—②—③—⑤—⑥，①—②—③—④—⑤—⑥和①—②—④—⑤—⑥，也可表示为：支模 1→扎筋 1→混凝土 1→混凝土 2，支模 1→扎筋 1→扎筋 2→混凝土 2 和支模 1→支模 2→扎筋 2→混凝土 2。

(4) 紧前工作、紧后工作和平行工作。在网络图中，相对于某工作而言，紧排在该工作之前的工作称为该工作的紧前工作。在双代号网络图中，工作与其紧前工作之间可能有虚工作存在。图 4.5 中，支模 1 是支模 2 在组织关系上的紧前工作；扎筋 1 和扎筋 2 之间虽然存在虚工作，但扎筋 1 仍然是扎筋 2 在组织关系上的紧前工作。支模 1 则是扎筋 1 在工艺关系上的紧前工作。

在网络图中，相对于某工作而言，紧排在该工作之后的工作称为该工作的紧后工作。在双代号网络图中，工作与其紧后工作之间也可能有虚工作存在。图 4.5 中，扎筋 2 是扎筋 1 在组织关系上的紧后工作；混凝土 1 是扎筋 1 在工艺关系上的紧后工作。

在网络图中，相对于某工作而言，可以与该工作同时进行的工作即为该工作的平行工作。图 4.5 中，扎筋 1 和支模 2 互为平行工作。

紧前工作、紧后工作及平行工作是工作之间逻辑关系的具体表现，只要能根据工作之间的工艺关系和组织关系明确其紧前或紧后关系，即可据此绘出网络图。它是正确绘制网络图的前提条件。

(5) 关键线路和关键工作。在关键线路法(CPM)中，线路上所有工作的持续时间总和称为该线路的总持续时间。总持续时间最长的线路称为关键线路，关键线路的长度就是网

络计划的总工期。图 4.5 中，线路①—②—④—⑤—⑥或支模 1→支模 2→扎筋 2→混凝土 2 为关键线路。

在网络计划中，关键线路可能不止一条。而且在网络计划执行过程中，关键线路还会发生转移。

关键线路上的工作称为关键工作。在网络计划的实施过程中，关键工作的实际进度提前或拖后，均会对总工期产生影响。因此，关键工作的实际进度是建设工程进度控制工作中的重点。

2）双代号网络图的绘制原则

在绘制双代号网络图时，一般应遵循以下基本规则。

（1）网络图必须按照已定的逻辑关系绘制。由于网络图是有向、有序网状图形，所以其必须严格按照工作之间的逻辑关系绘制，这同时也是为保证工程质量和资源优化配置及合理使用所必需的。工作的逻辑关系如表 4－4 所示。

表 4－4　网络计划逻辑关系表达示例

序号	工作间的逻辑关系	网络图上的表示方法		说明
		双代号	单代号	
1	A、B 二项工作依次进行施工			B 依赖 A，A 约束 B
2	A、B、C 三项工作同时开始施工			A、B、C 三项工作为平行施工方式
3	A、B、C 三项工作同时结束施工			A、B、C 三项工作为平行施工方式
4	A、B、C 三项工作；只有 A 完成之后，B、C 才能开始			A 工作制约 B、C 工作的开始；B、C 工作为平行施工方式
5	A、B、C 三项工作，C 工作只能在 A、B 完成之后开始			C 工作依赖于 A、B 工作结束；A、B 工作为平行施工方式
6	A、B、C、D 四项工作；当 A、B 完成之后，C、D 才能开始			双代号表示法是以中间事件 j 把四项工作间的逻辑关系表达出来

续表

序号	工作间的逻辑关系	网络图上的表示方法		说明
		双代号	单代号	
7	A、B、C、D 四项工作；A 完成之后，C 才能开始；A、B 完成之后，D 才能开始			A 制约 C、D 的开始，B 只制约 D 的开始；A、D 之间引入了虚工作
8	A、B、C、D、E 五项工作；A、B 完成之后，D 才能开始；B、C 完成之后，E 才能开始			D 依赖 A、B 的完成；E 依赖 B、C 的结束；双代号表示法以虚工作表达 A、C 之间的上述逻辑关系
9	A、B、C、D、E 五项工作；A、B、C 完成之后，D 才能开始；B、C 完成之后，E 才能开始			A、B、C 制约 D 的开始；B、C 制约 E 的开始；双代号表示法以虚工作表达上述逻辑关系
10	A、B 两项工作；按三个施工段进行流水施工			按工种建立两个专业工作队，分别在 3 个施工段上进行流水作业；双代号表示法以虚工作表达工种间的关系

例如，已知工作之间的逻辑关系如表 4-5 所示，若绘出网络图如图 4.6(a)则是错误的，因为工作 A 不是工作 D 的紧前工作。此时，可用虚箭线将工作 A 和工作 D 的联系断开，如图 4.6(b)所示。

表 4-5　逻辑关系表

工　　作	A	B	C	D
紧前工作	—	—	A、B	B

(2) 网络图中严禁出现从一个节点出发，顺箭头方向又回到原出发点的循环回路。如果出现循环回路，会造成逻辑关系混乱，使工作无法按顺序进行。图 4.7 所示的网络图中存在不允许出现的循环回路 BCGF，当然，此时节点编号也发生错误。

(3) 网络图中的箭线(包括虚箭线，以下同)应保持自左向右的方向，不应出现箭头指向左方的水平箭线和箭头偏向左方的斜向箭线。若遵循该规则绘制网络图，就不会出现循环回路。

(4) 网络图中严禁出现双向箭头和无箭头的连线。图 4.8 所示即为错误的工作箭线画

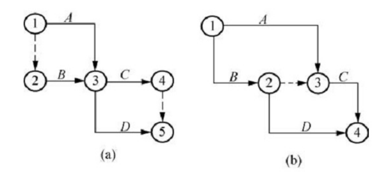


图 4.6　*ABCD* 四项工作的网络图

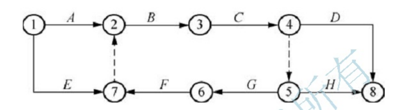


图 4.7　存在循环回路的错误网络图

法，因为工作进行的方向不明确，因而不能达到网络图有向的要求。



图 4.8　双向箭头和无箭头的箭线

（5）网络图中严禁出现没有箭尾节点的箭线和没有箭头节点的箭线。图 4.9 即为错误的画法。

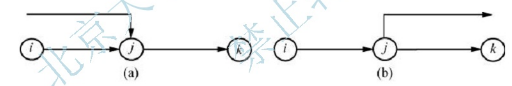


图 4.9　错误的箭线画法(一)

（6）严禁在箭线上引入或引出箭线，图 4.10 即为错误的画法。

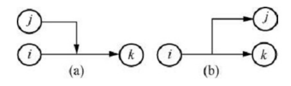


图 4.10　错误的箭线画法(二)

但当网络图的起点节点有多条箭线引出(外向箭线)或终点节点有多条箭线引入(内向箭线)时，为使图形简洁，可用母线法绘图。即：将多条箭线经一条共用的垂直线段从起点节点引出，或将多条箭线经一条共用的垂直线段引入终点节点，如图 4.11 所示。对于特殊线型的箭线，如粗箭线、双箭线、虚箭线、彩色箭线等，可在从母线上引出的支线上标出。

（7）应尽量避免网络图中工作箭线的交叉。当交叉不可避免时，可以采用过桥法或指向法处理，如图 4.12 所示。

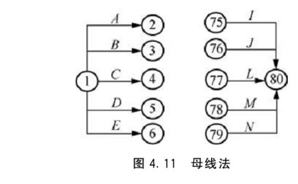


图 4.11 母线法

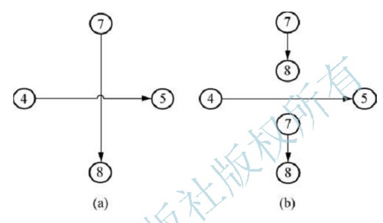


图 4.12 交叉箭线画法

(a) 过桥法；(b) 指向法

(8) 网络图中应只有一个起点节点和一个终点节点(任务中部分工作需要分期完成的网络计划除外)。除网络图的起点节点和终点节点外，不允许出现没有外向箭线的节点和没有内向箭线的节点。图 4.13 所示网络图中有两个起点节点①和②，两个终点节点⑦和⑧。该网络图的正确画法如图 4.14 所示，即将节点①和②合并为一个起点节点，将节点⑦和⑧合并为一个终点节点。

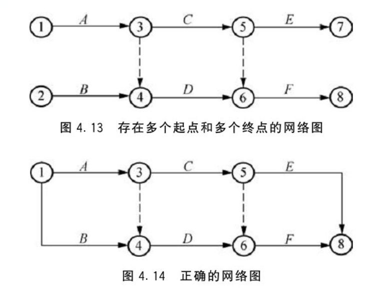


图 4.13 存在多个起点和多个终点的网络图

图 4.14 正确的网络图

3) 双代号网络图绘制实例

现举例说明前述双代号网络图的绘制方法。

【例 4－1】 已知各工作之间的逻辑关系如表 4－6 所示，则可按下述步骤绘制其双代号网络图。

表 4－6 工作逻辑关系

工　　作	A	B	C	D
紧前工作	—	—	A、B	B

① 绘制工作箭线 A 和工作箭线 B，如图 4.15(a)所示。

② 根据表 4－4，按逻辑关系绘制工作箭线 C，如图 4.15(b)所示。

③ 根据表 4－4，按逻辑关系绘制工作箭线 D 后，将工作箭线 C 和 D 的箭头节点合并，以保证网络图只有一个终点节点。当确认给定的逻辑关系表达正确后，再进行节点编号。表 4－6 给定的逻辑关系所对应的双代号网络图如图 4.15(c)所示。

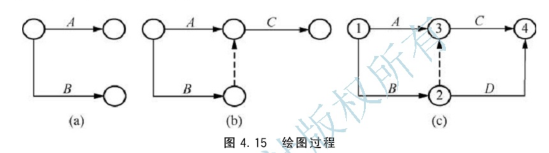


图 4.15 绘图过程

【例 4－2】 已知各工作之间的逻辑关系如表 4－7 所示，则可按下述步骤绘制其双代号网络图。

表 4－7 工作逻辑关系表

工　　作	A	B	C	D	E	G
紧前工作	—	—	—	A、B	A、B、C	D、E

① 绘制工作箭线 A、工作箭线 B 和工作箭线 C，如图 4.16(a)所示。

② 根据表 4－4，按逻辑关系绘制工作箭线 D，如图 4.16(b)所示。

③ 根据表 4－4，按逻辑关系绘制工作箭线 E，如图 4.16(c)所示。

④ 根据表 4－4，按逻辑关系绘制工作箭线 G。当确认给定的逻辑关系表达正确后，再进行节点编号。表 4－7 给定逻辑关系所对应的双代号网络图如图 4.16(d)所示。

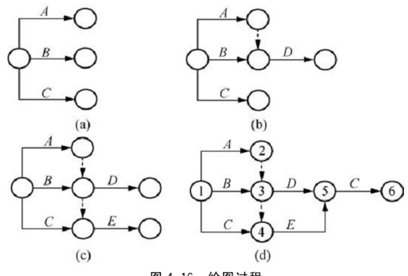


图 4.16 绘图过程

【例 4-3】 已知各工作之间的逻辑关系如表 4-8 所示，则可按下述步骤绘制其双代号网络图。

表 4-8 工作逻辑关系表

工　作	A	B	C	D	E
紧前工作	—	—	A	A、B	B

① 绘制工作箭线 A 和工作箭线 B，如图 4.17(a)所示。

② 根据表 4-4，按逻辑关系分别绘制工作箭线 C 和工作箭线 E，如图 4.17(b)所示。

③ 根据表 4-4，按逻辑关系绘制工作箭线 D，并将工作箭线 C、工作箭线 D 和工作箭线 E 的箭头节点合并，以保证网络图的终点节点只有一个。当确认给定的逻辑关系表达正确后，再进行节点编号。表 4-8 给定逻辑关系所对应的双代号网络图如图 4.17(c)所示。

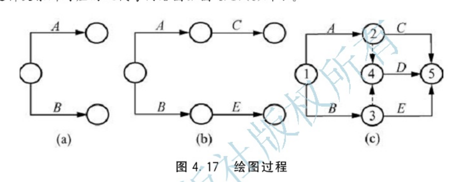


图 4.17 绘图过程

4）双代号网络计划时间参数

所谓时间参数，是指网络计划、工作及节点所具有的各种时间值。

(1) 工作持续时间和工期。工作持续时间是指一项工作从开始到完成的时间。在双代号网络计划中，工作 $i-j$ 的持续时间用 D_{i-j} 表示；在单代号网络计划中，工作 i 的持续时间用 D_i 表示。

工期泛指完成一项任务所需要的时间。在网络计划中，工期一般有以下 3 种。

① 计算工期。计算工期是根据网络计划时间参数计算而得到的工期，用 T_c 表示。

② 要求工期。要求工期是任务委托人所提出的指令性工期，用 T_r 表示。

③ 计划工期。计划工期是指根据要求工期和计算工期所确定的作为实施目标的工期，用 T_p 表示。

当已规定了要求工期时，计划工期应不超过要求工期，即：

$$T_p \leqslant T_r \tag{4-6}$$

当未规定要求工期时，可令计划工期等于计算工期，即：

$$T_p = T_c \tag{4-7}$$

(2) 工作的 6 个时间参数。除工作持续时间外，网络计划中工作的 6 个时间参数是：最早开始时间、最早完成时间、最迟完成时间、最迟开始时间、总时差和自由时差。

① 最早开始时间和最早完成时间。工作的最早开始时间是指在其所有紧前工作全部完成后，本工作有可能开始的最早时刻。工作的最早完成时间是指在其所有紧前工作全部完成后，本工作有可能完成的最早时刻。工作的最早完成时间等于本工作的最早开始时间与其持续时间之和。

在双代号网络计划中，工作 $i-j$ 的最早开始时间和最早完成时间分别用 ES_{i-j} 和 EF_{i-j} 表示；在单号网络计划中，工作 i 的最早开始时间和最早完成时间分别用 ES_i 和 EF_i

表示。

② 最迟完成时间和最迟开始时间。工作的最迟完成时间是指在不影响整个任务按期完成的前提下，本工作必须完成的最迟时刻。工作的最迟开始时间是指在不影响整个任务按期完成的前提下，本工作必须开始的最迟时刻。工作的最迟开始时间等于本工作的最迟完成时间与其持续时间之差。

在双代号网络计划中，工作 $i-j$ 的最迟完成时间和最迟开始时间分别用 LF_{i-j} 和 LS_{i-j} 表示；在单代号网络计划中，工作 i 的最迟完成时间和最迟开始时间分别用 LF_i 和 LS_i 表示。

③ 总时差和自由时差。工作的总时差是指在不影响总工期的前提下，本工作可以利用的机动时间。但是在网络计划的执行过程中，如果利用某项工作的总时差，则有可能使该工作后续工作的总时差减小。在双代号网络计划中，工作 $i-j$ 的总时差用 TF_{i-j} 表示；在单代号网络计划中，工作 i 的总时差用 TF_i 表示。

工作的自由时差是指在不影响其紧后工作最早开始时间的前提下，本工作可以利用的机动时间。在网络计划的执行过程中，工作的自由时差是该工作可以自由使用的时间。在双代号网络计划中，工作 $i-j$ 的自由时差用 FF_{i-j} 表示；在单代号网络计划中，工作 i 的自由时差用 FF_i 表示。

从总时差和自由时差的定义可知，对于同一项工作而言，自由时差不会超过总时差。当工作的总时差为零时，其自由时差必然为零。

5）双代号网络计划时间参数的计算

双代号网络计划的时间参数既可以按工作计算，也可以按节点计算，下面分别以简例说明。

（1）按工作计算法。所谓按工作计算法，就是以网络计划中的工作为对象，直接计算各项工作的时间参数。这些时间参数包括：工作的最早开始时间和最早完成时间、工作的最迟开始时间和最迟完成时间、工作的总时差和自由时差。此外，还应计算网络计划的计算工期。

为了简化计算，网络计划时间参数中的开始时间和完成时间都应以时间单位的终了时刻为标准。如第 3 天开始即是指第 3 天终了(下班)时刻开始，实际上是第 4 天上班时刻才开始；第 5 天完成即是指第 5 天终了(下班)时刻完成。

下面以图 4.18 所示双代号网络计划为例，说明按工作计算法计算时间参数的过程。其计算结果如图 4.19 所示。

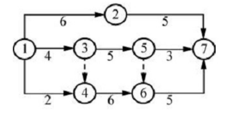


图 4.18　双代号网络计划

① 计算工作的最早开始时间和最早完成时间。工作最早开始时间和最早完成时间的计算应从网络计划的起点节点开始，顺着箭线方向依次进行。其计算步骤如下。

a. 以网络计划起点节点为开始节点的工作，来规定其最早开始时间时，其最早开始时

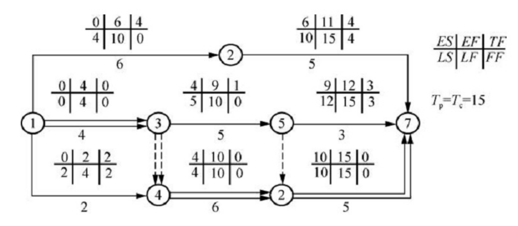


图 4.19 双代号网络计划

间为零。例如在本例中，工作 1—2、工作 1—3 和工作 1—4 的最早开始时间都为零，即：

b. 工作的最早完成时间可利用式(4-8)进行计算。

$$ES_{1-2}=ES_{1-3}=ES_{1-4}=0 \tag{4-8}$$

例如在本例中，工作 1—2、工作 1—3 和工作 1—4 的最早完成时间分别为：

工作 1—2：$EF_{1-2}=ES_{1-2}+D_{1-2}=0+6=6$

工作 1—3：$EF_{1-3}=ES_{1-3}+D_{1-3}=0+4=4$

工作 1—4：$EF_{1-4}=ES_{1-4}+D_{1-4}=0+2=2$

式中 EF_{i-j}——工作 $i-j$ 的最早完成时间；

ES_{i-j}——工作 $i-j$ 的最早开始时间；

D_{i-j}——工作 $i-j$ 的持续时间。

c. 其他工作的最早开始时间应等于其紧前工作最早完成时间的最大值，即：

$$ES_{i-j}=\max\{EF_{h-i}\}=\max\{ES_{h-j}+D_{h-j}\} \tag{4-9}$$

式中 ES_{i-j}——工作 $i-j$ 的最早开始时间；

EF_{h-j}——工作 $i-j$ 的紧前工作 $h-i$（非虚工作)的最早完成时间；

EF_{h-i}——工作 $i-j$ 的紧前工作 $h-i$（非虚工作)的最早开始时间；

D_{i-j}——工作 $i-j$ 的紧前工作 $h-i$（非虚工作)的持续时间。

例如在本例中，工作 3—5 和工作 4—6 的最早开始时间分别为：

$$ES_{3-5}=EF_{1-3}=4$$

$$ES_{4-6}=\max\{EF_{1-3},EF_{1-4}\}=\max\{4,2\}=4$$

d. 网络计划的计算工期应等于以网络计划终点节点为完成节点的工作的最早完成时间的最大值，即：

$$T_c=\max\{Ef_{i-n}\}=\max\{ES_{i-n}+D_{i-n}\} \tag{4-10}$$

式中 T_c——网络计划的计算工期；

EF_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作的最早完成时间；

ES_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作的最早开始时间；

D_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作的持续时间。

在本例中，网络计划的计算工期为：

$$T_c=\max\{EF_{2-7},EF_{5-7},EF_{6-7}\}=\max\{11,12,15\}=15$$

② 确定网络计划的计划工期。网络计划的计划工期应按式(4-6)或式(4-7)确定。在本例中，假设未规定要求工期，则其计划工期就等于计算工期，即：

$$T_p = T_c = 15$$

计划工期应标注在网络计划终点节点的右上方，如图 4.19 所示。

③ 计算工作的最迟完成时间和最迟开始时间。工作最迟完成时间和最迟开始时间的计算应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次进行。其计算步骤如下。

a. 以网络计划终点节点为完成节点的工作，其最迟完成时间等于网络计划的计划工期，即：

$$LF_{i-n} = T_p \tag{4-11}$$

式中 L_{Fi-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作的最迟完成时间；

T_p——网络计划的计划工期。

例如在本例中，工作 2—7、工作 5—7 和工作 6—7 的最迟完成时间为：

$$LF_{2-7} = LF_{5-7} = LF_{6-7} = T_p = 15$$

b. 工作的最迟开始时间可利用式(4-12)进行计算：

$$LS_{i-j} = LF_{i-j} - D_{i-j} \tag{4-12}$$

式中 LS_{i-j}——工作 $i-j$ 的最迟开始时间；

LF_{i-j}——工作 $i-j$ 的最迟完成时间；

D_{i-j}——工作 $i-j$ 的持续时间。

例如在本例中，工作 2—7、工作 5—7 和工作 6—7 的最迟开始时间分别为：

$$LS_{2-7} = LF_{2-7} - D_{2-7} = 15 - 5 = 10$$
$$LS_{5-7} = LF_{5-7} - D_{5-7} = 15 - 3 = 12$$
$$LS_{6-7} = LF_{6-7} - D_{6-7} = 15 - 5 = 10$$

c. 其他工作的最迟完成时间应等于其紧后工作最迟开始时间的最小值，即：

$$LF_{i-j} = \min\ \{LS_{j-k}\} = \min\ \{LF_{j-k} - D_{j-k}\} \tag{4-13}$$

式中 LF_{i-j}——工作 $i-j$ 的最迟完成时间；

LS_{i-j}——工作 $i-j$ 的紧后工作 $j-k$（非虚工作）的最迟开始时间；

LF_{j-k}——工作 $i-j$ 的紧后工作 $j-k$(非虚工作)的最迟完成时间；

D_{j-k}——工作 $i-j$ 的紧后工作 $i-k$(非虚工作)的持续时间。

例如在本例中，工作 3—5 和工作 4—6 的最迟完成时间分别为：

$$LF_{3-5} = \min\ \{LS_{5-7},\ LS_{6-7}\} = \min\ \{12,\ 10\} = 10$$
$$LF_{4-6} = LS_{6-7} = 10$$

④ 计算工作的总时差

工作的总时差等于该工作最迟完成时间与最早完成时间之差，或该工作最迟开始时间与最早开始时间之差，即：

$$TF_{i-j} = LF_{i-j} - E_{Fi-j} = LS_{i-j} - ES_{i-j} \tag{4-14}$$

式中 TF_{i-j}——工作 $i-j$ 的总时差；

其余符号同前。

例如，在本例中，工作 3—5 的总时差为：

$$TF_{3-5} = LF_{3-5} - EF_{3-5} = 10 - 9 = 1$$

或 $TF_{3-5} = LS_{3-5} - ES_{3-5} = 5 - 4 = 1$

⑤ 计算工作的自由时差

工作自由时差的计算应按以下两种情况分别考虑：

a. 对于有紧后工作的工作，其自由时差等于本工作之紧后工作最早开始时间减本工作最早完成时间所得之差的最小值，即：

$$FF_{i-j}=\min\{ES_{j-k}-EF_{i-j}\}=\min\{ES_{j-k}-ES_{i-j}-D_{i-j}\} \tag{4-15}$$

式中 FF_{i-j}——工作 $i-j$ 的自由时差；

ES_{j-k}——工作 $i-j$ 的紧后工作 $j-k$（非虚工作）的最早开始时间；

EF_{i-j}——工作 $i-j$ 的最早完成时间；

ES_{i-j}——工作 $i-j$ 的最早开始时间；

D_{i-j}——工作 $i-j$ 的持续时间。

例如在本例中，工作 1—4 和工作 3—5 的自由时差分别为：

$$FF_{1-4}=ES_{4-6}-EF_{1-4}=4-2=2$$

$$FF_{3-5}=\min\{ES_{5-7}-EF_{3-5},ES_{6-7}-EF_{3-5}\}=\min\{9-9,10-9\}=0$$

b. 对于无紧后工作的工作，也就是以网络计划终点节点为完成节点的工作，其自由时差等于计划工期与本工作最早完成时间之差，即：

$$FF_{i-n}=T_p-EF_{i-n}=T_p-ES_{i-n}-D_{i-n} \tag{4-16}$$

式中 FF_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作 $i-n$ 的自由时差；

T_p——以网络计划的计划工期；

EF_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作 $i-n$ 的最早完成时间；

ES_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作 $i-n$ 的最早开始时间；

D_{i-n}——以网络计划终点节点 n 为完成节点的工作 $i-n$ 的持续时间。

例如在本例中，工作 2—7、工作 5—7 和工作 6—7 的自由时差分别为：

$$FF_{2-7}=T_p-EF_{2-7}=15-11=4$$

$$FF_{5-7}=T_p-EF_{5-7}=15-12=3$$

$$FF_{6-7}=T_p-EF_{6-7}=15-15=0$$

需要指出的是，对于网络计划中以终点节点为完成节点的工作，其自由时差与总时差相等。此外，由于工作的自由时差是其总时差的构成部分，所以，当工作的总时差为零时，其自由时差必然为零，可不必进行专门计算。例如在本例中，工作 1—3、工作 4—6 和工作 6—7 的总时差全部为零，故其自由时差也全部为零。

⑥ 确定关键工作和关键线路

在网络计划中，总时差最小的工作为关键工作。特别地，当网络计划的计划工期等于计算工期时，总时差为零的工作就是关键工作。例如在本例中，工作 1—3、工作 4—6 和工作 6—7 的总时差均为零，故它们都是关键工作。

找出关键工作之后，将这些关键工作首尾相连，便至少构成一条从起点节点到终点节点的通路，通路上各项工作的持续时间总和最大的就是关键线路。在关键线路上可能有虚工作存在。

关键线路一般用粗箭线或双线箭线标出，也可以用彩色箭线标出。例如在本例中，线路①—③—④—⑥—⑦即为关键线路。关键线路上各项工作的持续时间总和应等于网络计划的计算工二期，这一特点也是判别关键线路是否正确的准则。

在上述计算过程中，是将每项工作的六个时间参数均标注在图中，故称为六时标注

法，如图 4.19 所示。

（2）按节点计算法。所谓按节点计算法，就是先计算网络计划中各个节点的最早时间和最迟时间，然后据此计算各项工作的时间参数和网络计划的计算工期。在双代号网络计划的使用中，有时并不需要将网络计划的时间参数全部计算出来，而只需要根据节点的时间参数快速的计算出计算工期即可。

① 节点最早时间(ET_i)的计算。节点最早时间是指该节点所有紧后工作的最早可能开始时刻。它应是以该节点为完成节点的所有工作最早全部完成的时间。

a. 网络计划的起点节点代表整个网络计划的开始，如未规定最早时间，其值等于零。例如在本例中，起点节点的最早时间为零，即：

$$ET_1=0 \tag{4-17}$$

b. 其他节点的最早时间应按式(4-18)计算。

$$ET_j=\max\{ET_i+D_{i-j}\} \quad (i<j) \tag{4-18}$$

式中 ET_j——工作 $i-j$ 的完成节点 j 的最早时间；

ET_i——工作 $i-j$ 的开始节点 i 的最早时间；

D_{i-j}——工作 $i-j$ 的持续时间。

例如在本例中，节点②和节点④的最早时间为：

$$ET_2=\max\{ET_1+D_{1-2}\}=\max\{0+6\}=6$$

$$ET_4=\max\{ET_1+D_{1-5},ET_3+D_{3-4}\}=\max\{2+0,4+0\}=4$$

综上所述，节点最早时间应从起点节点开始计算，假定 $ET_1=0$，然后按节点编号递增的顺序进行，直至终点节点为止。

c. 网络计划的计算总工期等于网络计划终点节点的最早时间，即：

$$T_c=ET_n \tag{4-19}$$

例如在本例中，其计算工期为：$T_c=ET_7=15$

② 节点最迟时间(LT_i)的计算。节点最迟时间是指该节点所有紧前工作最迟必须结束的时刻，它是一个时间界限，它应是以该节点为完成节点的所有工作最迟必须结束的时刻，若迟于这个时刻，紧后工作就要推迟开始，整个网络计划的工期就要延误。

a. 网络计划终点节点的最迟时间等于网络计划的计划工期，即：

$$LT_n=T_p \tag{4-20}$$

式中 LT_n——网络计划终点节点 n 的最迟时间。

例如在本例中，终点节点⑦的最迟时间为：

$$LT_n=T_p=15$$

b. 其他节点的最迟时间应按下式进行计算：

$$LT_i=\min\{LT_j-D_{i-j}\} \tag{4-21}$$

式中 LT_i——工作 $i-j$ 开始节点 i 的最迟时间；

LT_j——工作 $i-j$ 完成节点 j 的最迟时间。

例如在本例中，节点⑥和节点⑤的最迟时间为：

$$LT_6=LT_7-D_{6-7}=15-5=10$$

$$LT_5=\min\{LT_7-D_{6-7},LT_7-D_{5-7}\}=\min\{15-3,15-5\}=10$$

综上所述，节点最迟时间的计算是从终点节点开始，首先确定 LT_n，然后按照节点编号递减的顺序进行，直到起点节点为止。

③ 根据节点的最早时间和最迟时间判定工作的六个时间参数。

a. 工作的最早开始时间等于该工作开始节点的最早时间，即：

$$ES_{i-j}=ET_i \tag{4-22}$$

b. 工作的最早完成时间等于该工作开始节点的最早时间与其持续时间之和，即：

$$EF_{i-j}=ET_i+D_{i-j} \tag{4-23}$$

c. 工作的最迟完成时间等于该工作完成节点的最迟时间，即：

$$LF_{i-j}=LT_j \tag{4-24}$$

d. 工作的最迟开始时间等于该工作完成节点的最迟时间与其持续时间之差，即：

$$LS_{i-j}=LT_j-D_{i-j} \tag{4-25}$$

e. 工作的总时差的可根据式(4-13)和式(4-23)得到：

$$TF_{i-j}=LF_{i-j}-EF_{i-j}=LT_j-ET_i-D_{i-j} \tag{4-26}$$

f. 工作的自由时差可根据式(4-14)和式(4-22)得到：

$$FF_{i-j}=ES_{j-k}-EF_{i-j}=ET_j-ET_i-D_{i-j} \tag{4-27}$$

6）单代号网络计划

单代号网络计划是以节点及其编号表示工作，箭线表示工作之间的逻辑关系的网络图(图 4.20)，并在节点中加注工作代号、名称和持续时间，形成单代号网络计划。

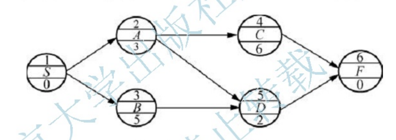


图 4.20 单代号网络图

单代号网络图与双代号网络图相比，具有以下特点：工作之间的逻辑关系容易表达，且不用虚箭线，故绘图较简单；网络图便于检查和修改；由于工作持续时间表示在节点之中，没有长度，故不够形象直观；表示工作之间逻辑关系的箭线可能产生较多的纵横交叉现象。

单代号网络图的基本符号有以下几种。

(1) 节点。单代号网络图中的每一个节点表示一项工作，节点宜用圆圈或矩形表示。节点所表示的工作名称、持续时间和工作代号等应标注在节点内，如图 4.21 所示。

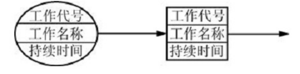


图 4.21 单代号网络图工作的表示方法

单代号网络图中的节点必须编号。编号标注在节点内，其号码可间断，但严禁重复。箭线的箭尾节点编号应小于箭头节点的编号。一项工作必须有唯一的一个节点及相应的一个编号。

(2) 箭线。单代号网络图中的箭线表示紧邻工作之间的逻辑关系，既不占用时间，也

不消耗资源。箭线应画成水平直线、折线或斜线。箭线水平投影的方向应自左向右，表示工作的行进方向。工作之间的逻辑关系包括工艺关系和组织关系，在网络图中均表现为工作之间的先后顺序。

（3）线路。单代号网络图中，各条线路应用该线路上的节点编号从小到大依次表述。

（4）绘制原则。

① 网络图中有多项起始工作或结束工作时，应在网络图的两端分别设置一项虚拟的工作作为该网络图的起始节点和终点节点。

② 其他绘制原则与双代号网络图的绘制原则相同。

（5）绘制步骤。

① 列出工作清单，工作之间的逻辑关系，找出每一工作的紧前工作。

② 根据工作清单，先绘没有紧前工作的工作节点。

③ 逐个检查工作清单中的每一工作，如该工作的紧前工作节点已全部绘在图上，则绘该工作节点并用箭线与紧前工作连接起来。

④ 重复上述步骤，直至绘出整个计划的所有工作节点。

⑤ 绘制没有紧后工作的工作节点。

⑥ 绘制开始节点和结束节点。

【例 4－4】 已知工作之间的逻辑关系如表 4－9 所示，绘制单代号网络图。

表 4－9 工作逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	G	H	I
紧前工作	—	—	—	—	A、B	B、C、D	C、D	E、G、H

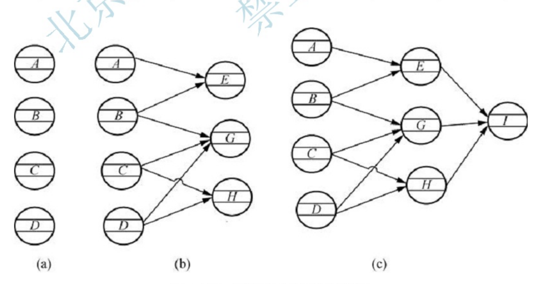
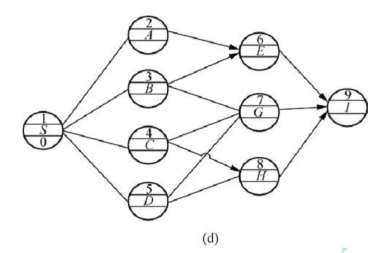


图 4.22 单代号网络图绘制过程



(d)

图 4.22 单代号网络图绘制过程(续)

(6) 单代号网络计划时间参数的计算。

下面以图 4.23 所示的单代号网络计划为例，说明其时间参数的计算过程。计算结果标注在图上。

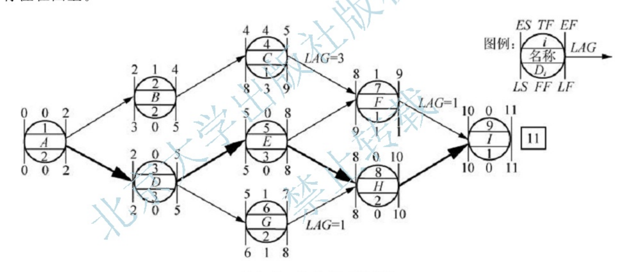


图 4.23 单代号网络计划

① 工作最早时间的计算。工作最早时间的计算应从网络计划的起点节点开始，顺着箭线方向按节点编号从小到大的顺序依次进行。

a. 起点节点 i 的最早开始时间 ES_i 如无规定时，其取值应等于零。

b. 工作的最早完成时间应等于本工作的最早开始时间与其持续时间之和，即：

$$EF_i = ES_i + D_i \tag{4-28}$$

式中 EF_i——工作 i 的最早完成时间；

ES_i——工作 i 的最早开始时间；

D_i——工作 i 的持续时间。

c. 其他工作的最早开始时间应等于其紧前工作最早完成时间的最大值，即：

$$ES_j = \max\ \{EF_i\} \tag{4-29}$$

② 相邻两项工作之间时间间隔的计算。相邻两项工作之间的时间间隔是指其紧后工作的最早开始时间与本工作最早完成时间的差值，工作 i 和工作 j 之间的时间间隔记为

$LAG_{i,j}$。其计算公式为：

$$LAG_{i,j}=ES_j-EF_i \quad (4\text{-}30)$$

例如在本例中，工作 C 与工作 F 的时间间隔为：

$$LAG_{4,7}=ES_7-EF_4=8-5=3$$

按上述公式进行计算，并将计算结果标注在两节点之间的箭线上。图 4.23 中，$LAG_{i,j}=0$ 的未予标注。

③ 网络计划工期的确定。

a. 单代号网络计划计算工期的规定与双代号网络计划相同，由式(4-4)得：

$$T_c=EF_9=11$$

b. 网络计划的计划工期的确定亦与双代号网络计划相同，故由于未规定要求工期，其计划工期等于计算工期，即计算得：

$$T_p=T_c=11$$

将计划工期标注在终点节点旁的方框内。

④ 计算工作的总时差。

a. 工作总时差 TF_i 的计算应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次逐项计算。

b. 终点节点所代表的工作的总时差 TF 应等于计划工期与计算工期之差，即

$$TF_n=T_p-EF_n \quad (4\text{-}31)$$

c. 其他工作的总时差应等于本工作与其各紧后工作之间的时间间隔加该紧后工作的总时差所得之和的最小值，即：

$$TF_i=\min\{TF_j+LAG_{i,j}\} \quad (4\text{-}32)$$

例如在本例中，工作 H 和工作 D 的总时差分别为：

$$TF_4=LAG_{4,7}+TF_7=3+1=4$$

计算出所有工作的总时差，标注在图 4.23 的节点之上。

⑤ 计算工作的自由时差。

a. 终点节点所代表的工作的自由时差等于计划工期与本工作的最早完成时间之差，即：

$$FF_n=T_p-EF_n \quad (4\text{-}33)$$

b. 其他工作的自由时差等于本工作与其紧后工作之间时间间隔的最小值，即：

$$FF_i=\min\{LAG_{i,j}\} \quad (4\text{-}34)$$

根据上式可计算出所有工作的自由时差，标注于图 4.24 各相应节点的下部。

⑥ 工作最迟时间的计算。工作最迟时间的计算应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次逐项进行。

a. 终点节点所代表的工作 n 的最迟完成时间 LF_n 应等于该网络计划的计划工期 T_p，即：

$$LF_n=T_p \quad (4\text{-}35)$$

b. 工作的最迟开始时间等于本工作的最迟完成时间与其持续时间之差，即：

$$LS_i=LF_i-D_i \quad (4\text{-}36)$$

c. 其他工作的最迟完成时间等于该工作各紧后工作最迟开始时间的最小值，即：

$$LF_i=\min\{LS_j\} \quad (4\text{-}37)$$

或

$$LF_i = EF_i + TF_i \tag{4-38}$$

根据上述各式进行计算，可计算出各工作的最迟开始时间和最迟完成时间，标注于图4.23上各相应的位置。

① 确定网络计划的关键工作和关键线路。

a. 关键工作的确定。单代号网络计划关键工作的确定方法与双代号的相同，即总时差为最小的工作为关键工作。按照这个规定，图4.23的关键工作是："A"，"C"，"E"，"H"，"I"共5项。

b. 关键线路的确定。从起点节点开始到终点节点均为关键工作，且所有工作的间隔时间均为零的线路即为关键线路。因此图4.23的关键线路为：A—C—E—H—I。

7) 双代号时标网络计划

双代号时标网络计划的表示方法：指以水平时间坐标为尺度绘制的网络计划。时标单位可以是小时、天、周、月、季、年等。以实箭线表示工作，实箭线的水平投影长度表示该工作的持续时间；以虚箭线表示虚工作，由于虚工作的持续时间为零，故虚箭线只能垂直画；以波形线表示工作与其紧后工作之间的时间(以终点节点为完成节点的工作除外)，当计划工期等于计算工期时，这些工作箭线中波形线的水平投影长度表示其自由时差。因此，时标网络计划既是一个网络计划，又类似于用横道图表示的一个水平进度计划。它既能表明计划的时间过程，又能在图上显示出各项工作开始、完成时间、关键线路和关键工作所具有的时差。

时标网络计划宜按各项工作的最早开始时间编制。为此，在编制时标网络计划时应使每一个节点和每一项工作(包括虚工作)尽量向左靠，直至不出现从右向左的逆向箭线为止。

在编制时标网络计划之前，应先按已经确定的时间单位绘制时标网络计划表。时间坐标可以标注在时标网络计划表的顶部或底部。当网络计划的规模比较大，且比较复杂时，可以在时标网络计划表的顶部和底部同时标注时间坐标。必要时，还可以在顶部时间坐标之上或底部时间坐标之下同时加注日历时间。时标网络计划表如表4-10所示。表中部的刻度线宜为细线。为使图面清晰简洁，此线也可不画或少画。

表4-10 时标网络计划表

日历																
时间单位	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
网络计划																
时间单位	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

编制时标网络计划应先绘制无时标的网络计划草图，然后按间接绘制法或直接绘制法进行。

(1) 间接绘制法。所谓间接绘制法，是指先根据无时标的网络计划草图计算其时间参数并确定关键线路，然后在时标网络计划表中进行绘制。在绘制时应先将所有节点按其最早时间定位在时标网络计划表中的相应位置，然后再用规定线型(实箭线和虚箭线)按比例

绘出工作和虚工作。当某些工作箭线的长度不足以到达该工作的完成节点时，须用波形线补足，箭头应画在与该工作完成节点的连接处。

（2）直接绘制法。所谓直接绘制法，是指不计算时间参数而直接按无时标的网络计划草图绘制时标网络计划。现以图 4.24 所示网络计划为例，说明时标网络计划的绘制过程。

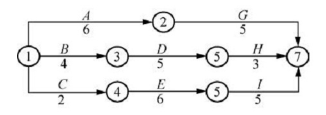


图 4.24　双代号网络计划

① 将网络计划的起点节点定位在时标网络计划表的起始刻度线上。如图 4.25 所示，节点①就是定位在时标网络计划表的起始坐标“0”位置上。

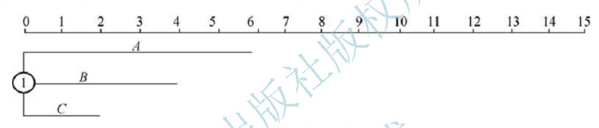


图 4.25　直接绘制法第一步

② 按工作的持续时间绘制以网络计划起点节点为开始节点的工作箭线。如图 4.25 所示，分别绘出工作箭线 A、B 和 C。

③ 除网络计划的起点节点外，其他节点必须在所有以该节点为完成节点的工作箭线均绘出后，定位在这些工作箭线中最迟的箭线末端。当某些工作箭线的长度不足以到达该节点时，需用波形线补足，箭头画在与该节点的连接处。例如在本例中，节点②直接定位在工作箭线 A 的末端；节点③直接定位在工作箭线 B 的末端；节点④的位置需要在绘出虚箭线 3—4 之后，定位在工作箭线 C 和虚箭线 3—4 中最迟的箭线末端，即坐标“4”的位置上。此时，工作箭线 C 的长度不足以到达节点④，因而用波形线补足，如图 4.26 所示。

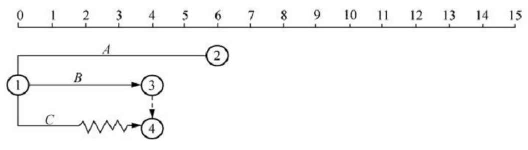


图 4.26　直接绘制法第二步

④ 当某个节点的位置确定之后，即可绘制以该节点为开始节点的工作箭线。例如在本例中，在图 4.26 的基础之上，可以分别以节点②、节点③和节点④为开始节点绘制工作箭线 G、工作箭线 D 和工作箭线 E，如图 4.27 所示。

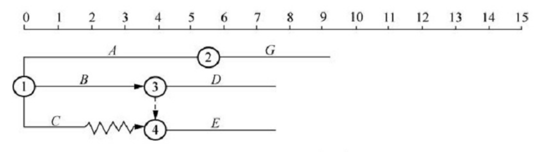


图 4.27　直接绘制法第三步

⑤ 利用上述方法从左至右依次确定其他各个节点的位置，直至绘出网络计划的终点节点。例如在本例中，在图 4.27 基础之上，可以分别确定节点⑤和节点⑥的位置，并在它们之后分别绘制工作箭线 H 和工作箭线 I，如图 4.28 所示。

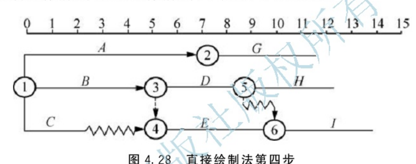


图 4.28　直接绘制法第四步

⑥ 根据工作箭线 G、工作箭线 H 和工作箭线 I 确定出终点节点的位置。本例所对应的时标网络计划如图 4.29 所示，图中双箭线表示的线路为关键线路。

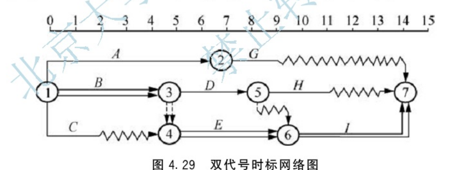


图 4.29　双代号时标网络图

在绘制时标网络计划时，特别需要注意的问题是处理好虚箭线。首先，应将虚箭线与实箭线等同看待，只是其对应工作的持续时间为零；其次，尽管它本身没有持续时间，但可能存在波形线，因此，要按规定画出波形线。在画波形线时，其垂直部分仍应画为虚线(如图 4.29 所示时标网络计划中的虚箭线 5—6)。

4.3 工程项目进度计划的优化

网络计划的优化是指在一定约束条件下，按既定目标对网络计划进行不断改进，以寻求满意方案的过程。

网络计划的优化目标应按计划任务的需要和条件选定，包括工期目标、费用目标和资

源目标。根据优化目标的不同，网络计划的优化可分为工期优化、费用优化和资源优化三种。

4.3.1 工期优化

所谓工期优化，是指网络计划的计算工期不满足要求工期时，通过压缩关键工作的持续时间以满足要求工期目标的过程。

1. 工期优化方法

网络计划工期优化的基本方法是在不改变网络计划中各项工作之间逻辑关系的前提下，通过压缩关键工作的持续时间来达到优化目标。在工期优化过程中，按照经济合理的原则，不能将关键工作压缩成非关键工作。此外，当工期优化过程中出现多条关键线路时，必须将各条关键线路的总持续时间压缩相同数值；否则，不能有效地缩短工期。

网络计划的工期优化可按下列步骤进行。

(1) 确定初始网络计划的计算工期和关键线路。

(2) 按要求工期计算应缩短的时间 ΔT。

$$\Delta T = T_c - T_r \tag{4-39}$$

式中 T_c——网络计划的计算工期；

T_r——要求工期。

(3) 选择应缩短持续时间的关键工作。选择压缩对象时宜在关键工作中考虑下列因素。

①缩短持续时间对质量和安全影响不大的工作。

②有充足备用资源的工作。

③缩短持续时间所需增加的费用最少的工作。

(4) 将所选定的关键工作的持续时间压缩至最短，并重新确定计算工期和关键线路。若被压缩的工作变成非关键工作，则应延长其持续时间，使之仍为关键工作。

(5) 当计算工期仍超过要求工期时，则重复上述(2)～(4)项，直至计算工期满足要求工期或计算工期已不能再缩短为止。

(6) 当所有关键工作的持续时间都已达到其能缩短的极限而寻求不到继续缩短工期的方案，但网络计划的计算工期仍不能满足要求工期时，应对网络计划的原技术方案、组织方案进行调整，或对要求工期重新审定。

2. 工期优化示例


案例 4-1

已知网络计划如图 4.30 所示，箭线下方括号外数字为工作的正常持续时间，括号内数字为工作的最短持续时间；箭线上方括号内数字为优选系数。要求工期为 12 天，试对其进行工期优化。

【解】 ①用标号法找出初始网络计划的计算工期和关键线路。如图所示：T_c＝15 天，关键线路为：1—3—5—6。

② T_r＝12 天，故应压缩的工期为 $\Delta T = T_c - T_r$＝12－15＝3 天。

③ 在关键工作 1—3，3—5，5—6 当中，3—5 工作的优选系数最小，应优先压缩。

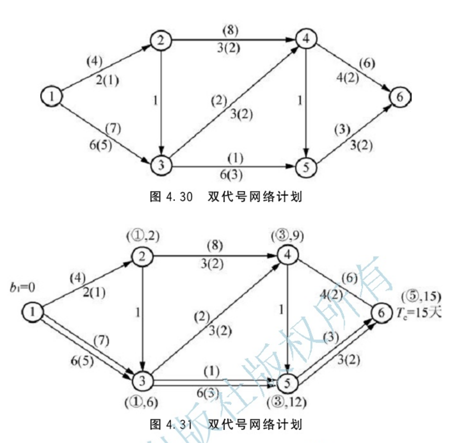


图 4.30 双代号网络计划

图 4.31 双代号网络计划

④ 将关键工作 3—5 的持续时间由 6 天压缩成 3 天，这时的关键线路为 1—3—4—6，不经过 1—3—5—6，故关键工作 3—5 被压缩成非关键工作，这是不合理的。将 3—5 的持续时间压缩到 4 天，这时关键线路有三条，分别为 1—3—5—6，1—3—4—5—6 和 1—3—4—6，如图 4.32 所示，这时关键工作 3—5 仍然为关键工作，所以是可行的。

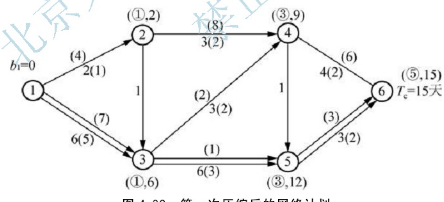


图 4.32 第一次压缩后的网络计划

⑤ 第一次压缩后，计算工期 T_c = 13 天，仍然大于要求工期 T_r，故需要继续压缩。此时，网络图中有三条关键线路，要想有效缩短工期，必须在每条关键线路上压缩相同数值。在图 4.32 所示网络计划中，有以下四种方案：a. 压缩工作 1—3，优选系数为 7；b. 同时压缩工作 3—4 和 3—5，组合优选系数为：2+1=3；c. 同时压缩工作 3—4 和 5—6，组合优选系数为：2+3=5；d. 同时压缩工作 4—6 和 5—6，组合优选系数为：6+3=9。上述四种方案中，由于同时压缩工作 3—4 和 3—5，组合优选系数最小，故应选择同时压缩工作 3—4 和 3—5 的方案。

⑥ 将工作 3—4 和 3—5 的持续时间同时压缩 1 天，此时重新用标号法计算网络计划时间参数，关键线路仍为三条，即：1—3—4—6 和 1—3—4—5—6 及 1—3—5=6，关键工作 3—4 和 3—5 仍然是关键工作，所以第二次压缩是可行的。

⑦ 经第二次压缩后，网络计划如图 4.33 所示，此时计算工期 $T_c = 12$d，满足要求工期 T_r。故经过两次压缩达到了工期优化的目标。

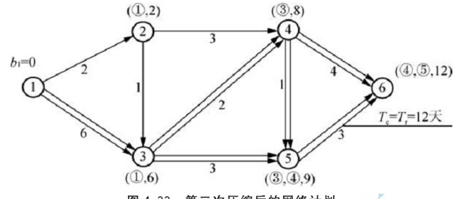


图 4.33　第二次压缩后的网络计划

4.3.2　工期—费用优化

费用优化又称工期成本优化，是指寻求工程总成本最低时的工期安排，或按要求工期寻求最低成本的计划安排的过程。

1. 费用和时间的关系

1）工程费用与工期的关系

工程总费用由直接费和间接费组成。直接费由人工费、材料费、机械使用费、其他直接费及现场经费等组成。施工方案不同，直接费也就不同；如果施工方案一定，工期不同，直接费也不同。直接费会随着工期的缩短而增加。间接费包括企业经营管理的全部费用，它一般会随着工期的缩短而减少。在考虑工程总费用时，还应考虑工期变化带来的其他损益，包括效益增量和资金的时间价值等。工程费用与工期的关系如图 4.34 所示。

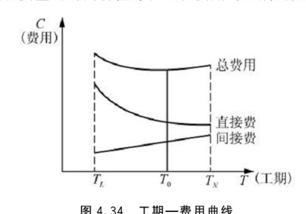


图 4.34　工期—费用曲线

2）工作直接费与持续时间的关系

由于网络计划的工期取决于关键工作的持续时间，为了进行工期成本优化，必须分析网络计划中各项工作的直接费与持续时间之间的关系，它是网络计划工期成本优化的基础。

工作的直接费与持续时间之间的关系类似于工程直接费与工期之间的关系，工作的直接费随着持续时间的缩短而增加，如图 4.35 所示。为简化计算，工作的直接费与持续时间之间的关系被近似地认为是一条直线，当工作划分不是很粗略时，其计算结果还是比较精确的。

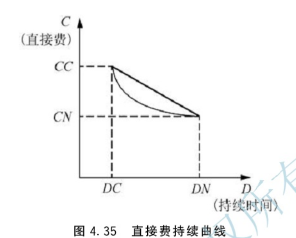


图 4.35 直接费持续曲线

寻求最低费用和最优工期的过程一般由计算机进行。简单的网络计划可由手工完成，其基本思路是从网络计划的各工作持续时间和费用的关系中，依次找出能使计划工期缩短而又能使直接费用增加最少的工作，不断地缩短其持续时间，同时考虑其间接费用叠加，即可求出工程总费用最低时的最优工期和工期指定时相应的最低费用。

2. 费用优化的步骤

(1) 按工作的正常持续时间确定计算工期和关键线路。

(2) 计算各项工作的直接费用率。作的持续时间每缩短单位时间而增加的直接费称为直接费用率。直接费用率可按式(4-40)计算：

$$\Delta C_{i-j}=\frac{CC_{i-j}-CN_{i-j}}{DN_{i-j}-DC_{i-j}} \tag{4-40}$$

式中 ΔC_{i-j}——工作 $i-j$ 的直接费用率；

CC_{i-j}——按最短持续时间完成工作 $i-j$ 时所需的直接费；

CN_{i-j}——按正常持续时间完成工作 $i-j$ 时所需的直接费；

DN_{i-j}——工作 $i-j$ 的正常持续时间；

DC_{i-j}——工作 $i-j$ 的最短持续时间。

从式(4-40)可以看出，工作的直接费用率越大，说明将该工作的持续时间缩短一个时间单位，所需增加的直接费就越多；反之，将该工作的持续时间缩短一个时间单位，所需增加的直接费就越少。因此，在压缩关键工作的持续时间以达到缩短工期的目的时，应将直接费用率最小的关键工作作为压缩对象。当有多条关键线路出现而需要同时压缩多个关键工作的持续时间时，应将它们的直接费用率之和(组合直接费用率)最小者作为压缩对象。

(3) 确定间接费用率。间接费用率是指一项工作每缩短一个单位时间所减少的间接费。工作 $i-j$ 的间接费率表示为 ΔC_{Ii-j}，它一般都是由各单位根据工作的实际情况而加以确定的。

(4) 计算工程总费用。

（5）确定缩短持续时间的关键工作。当只有一条关键线路时，应找出直接费用率最小的一项关键工作，作为缩短持续时间的对象；当有多条关键线路时，应找出组合直接费用率最小的一组关键工作，作为缩短持续时间的对象。

（6）对于选定的压缩对象（一项关键工作或一组关键工作），首先比较其直接费用率或组合直接费用率与工程间接费用率的大小。

① 如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率大于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间会使工程总费用增加，此时应停止缩短关键工作的持续时间，在此之前的方案即为优化方案。

② 如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率等于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间不会使工程总费用增加，故应缩短关键工作的持续时间。

③ 如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率小于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间会使工程总费用减少，故应缩短关键工作的持续时间。

（7）确定持续时间的缩短值。当需要缩短关键工作的持续时间时，其缩短值的确定必须符合下列两条原则。

① 缩短后工作的持续时间不能小于其最短持续时间。

② 缩短持续时间的工作不能变成非关键工作。

（8）计算关键工作持续时间缩短后相应增加的总费用。工作持续时间压缩后，工期会相应缩短，项目的直接费会增加，而间接费会减少，所以其总费用应为：

$$C_t = C_{t+\Delta t} + \Delta T(\Delta C_{i-j} - \Delta C_{Ii-j}) \quad (4\text{-}41)$$

式中　C_t——将工期缩至 t 时的总费用；

$C_{t+\Delta t}$——工期为 $t+\Delta t$ 时的费用；

ΔT——工期缩短值；

ΔC_{i-j}——缩短持续时间工作的直接费用率；

ΔC_{Ii-j}——缩短持续时间工作的间接费用率。

（9）重复上述（3）～（7）项，直至计算工期满足要求工期或被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率大于工程间接费用率为止。

（10）计算优化后的工程总费用。

4.3.3　工期—资源优化

工程项目中的资源包括人力、材料、动力、设备、机具、资金等。资源的供应情况是影响工程进度的主要因素。因此在编制进度计划时一定要以现有的资源条件为基础，通过改变工作的开始时间，使资源按时间的分布符合优化目标。资源优化包括资源有限—工期最短的优化及工期固定—资源均衡的优化。

1. 资源有限—工期最短的优化

资源有限—工期最短的优化是通过调整计划安排以满足资源限制条件并使工期延长最少。其调整步骤如下。

（1）计算网络计划每天资源需用量。

（2）从计划开始日期起，逐日检查每天资源需用量是否超过资源限量，如果在整个工

期内每天均能满足资源限量的要求，优化方案就编制完成，否则必须进行计划调整。

(3) 调整网络计划。对资源冲突的诸项工作做新的顺序安排。顺序安排的选择标准是工期延长的时间最短。延长的工期等于：

$$\Delta T_{m-n,i-j}=EF_{m-n}-LS_{i-j} \tag{4-42}$$

式中 $\Delta T_{m-n,i-j}$——将工作 $i-j$ 安排在工作 $m-n$ 之后进行时标网络计划的工期延长值；

EF_{m-n}——工作 $m-n$ 的最早完成时间；

LS_{i-j}——工作 $i-j$ 的最迟开始时间。

(4) 重复以上步骤，直至出现优化方案为止。

案例 4-2

已知工程网络计划中，如果工作2—4的资源强度为7，工作4—6的资源强度为6，而资源限量为12。其他条件不变，试对其进行资源有限—工期最短的优化。

【解】 ① 计算网络计划每个单位时间的资源需用量，绘出资源需用量动态曲线，如图4.36所示。

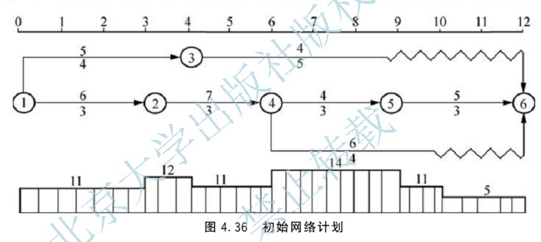


图 4.36 初始网络计划

② 从计划开始日期起，经检查发现在时段［7，9］存在资源冲突，即资源需用量超过资源限量，故应首先调整该时段。

③ 在时段［7，9］有工作3—6，工作4—5和工作4—6三项工作平行作业，利用式(4-46)计算 ΔT 值，其结果见表4-11。

表 4-11 ΔT 值计算表

序号	工作序号	最早完成时间	最迟开始时间	$\Delta T_{1,2}$	$\Delta T_{1,3}$	$\Delta T_{2,1}$	$\Delta T_{2,3}$	$\Delta T_{3,1}$	$\Delta T_{3,2}$
1	3—6	9	7	3	1	—	—	—	—
2	4—5	9	6	—	—	2	1	—	—
3	4—6	10	8	—	—	—	—	3	4

由表4-10可知，$\Delta T_{1,3}=\Delta T_{2,3}=1$ 最小，说明将第3号工作(工作4—6)安排在第1号工作(工作3—6)和第2号工作(工作4—5)之后进行，工期延长最短为1天。因此，将工作4—6安排在工作3—6和工作4—5之后进行，调整后的网络计划如图4.37所示。此时工期 $T_c=13$。

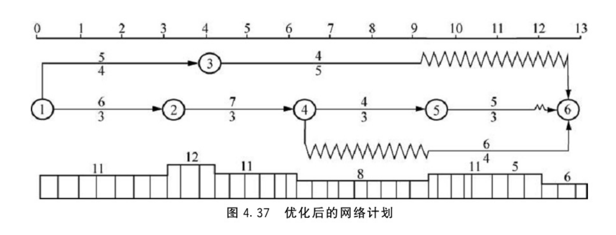


图 4.37　优化后的网络计划

2. 工期固定—资源均衡的优化

工期固定—资源均衡的优化是通过调整计划安排，在工期保持不变的条件下，使资源需用量尽可能均衡的过程。

评价资源均衡性的指标常用方差 δ^2 或标准差 δ。方差值越小越均衡。利用方差最小进行网络计划资源均衡优化的基本思路是用初步网络计划所得到的局部时差改善进度计划的安排，使资源动态曲线的方差值减到最小，从而达到均衡的目的。设 T 为规定的工期值，R_t 为瞬间 t 所需的资源数量，R_m 为日资源需要量的平均值，则方差和标准差可按下列公式计算：

$$\sigma^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}(R_t - R_m)^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}(R_t^2 - 2R_tR_m + R_m^2)$$

$$= \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r} - \frac{2R_m}{T}\sum_{t=1}^{r}R_t + \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}R_m^2$$

$$= \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}R_t^2 - 2R_m^2 + R_m^2$$

$$= \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}R_t^2 - R_m^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}R_t^2 - R_m^2}$$

由于式中规定工期与日资源需要量平均值为常数，故要使方差值最小，只需使 $\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{r}R_t^2$ 为最小。由于工期是固定的，所以，求 δ^2 或 δ 的最小值问题只能在各工作总时差范围内调整其开始和结束时间，从而找出使 δ^2 或 δ 为最小的优化方案。

4.4 工程项目进度控制

在工程项目进度计划的实施过程中，由于受到种种因素的干扰，经常造成实际进度与计划进度的偏差。这种偏差得不到及时纠正，必将影响进度目标的实现。为此，项目进度计划执行过程中，必须采取系统的控制措施，经常地进行实际进度与计划进度比较，发现

偏差，及时采取纠偏措施。进度计划控制的具体内容包括：对造成进度变化的因素施加影响，以保证这种变化朝着有利的方向发展；确定进度是否已发生变化；在变化实际发生时，对这种变化实施管理。

4.4.1 工程项目进度控制原理

在工程项目进度计划实施过程中，由于受到种种因素干扰，经常会造成实际进度与计划进度的偏差。这种偏差得不到及时纠正，必将影响进度目标的实现。为此，在项目进度计划的执行过程中，必须采用各种控制原理，采取必要的控制措施，经常地进行实际进度与计划进度的比较，发现偏差，及时采取纠偏措施。

1. 动态控制原理

施工项目进度控制是一个不断进行的动态控制，也是一个循环进行的过程。从项目施工开始，实际进度显出了运动的轨迹，也就是计划进入执行的动态。实际进度按照计划进度进行时，两者相吻合；当实际进度与计划进度不一致时，便产生超前或落后的偏差。分析偏差的原因，采取相应的措施，调整原来计划，使两者在新的起点上重合，继续按其进行施工活动，并且尽量发挥组织管理的作用，使实际工作按计划进行。但是在新的干扰因素作用下，又会产生新的偏差。施工进度计划控制就是采用这种动态循环的控制方法。

2. 系统原理

(1) 施工项目计划系统，为了对施工项目实行进度计划控制，首先必须编制施工项目的备种进度计划。其中有施工项目总进度计划、单位工程进度计划、分部分项工程进度计划、季度和月(旬)作业计划，这些计划组成一个施工项目进度计划系统。计划的编制对象由大到小，计划的内容从粗到细。编制时从总体计划到局部计划，逐层进行控制目标分解，以保证计划控制目标落实。执行计划时，从月(旬)，作业计划开始实施，逐级按目标控制，从而达到对施工项目整体进度目标控制。

(2) 施工项目进度实施组织系统，施工项目实施全过程的各专业队伍都是遵照计划规定的目标去努力完成一个个任务的。施工项目经理和有关劳动调配、材料设备、采购运输等各职能部门都按照施工进度规定的要求进行严格管理、落实和完成各自的任务。施工组织各级负责人，从项目经理、施工队长、班组长到其所属全体成员组成了施工项目实施的完整组织系统。

(3) 施工项目进度控制组织系统，为了保证施工项目进度实施还有一个项目进度的检查控制系统。自公司经理、项目经理，一直到作业班组都设有专门职能部门或人员负责检查汇报，统计整理实际施工进度的资料，并与计划进度比较分析和进行调整。当然不同层次人员负有不同进度控制职责，分工协作，形成一个纵横连接的施工项目控制组织系统。事实上有的领导可能是计划的实施者又是计划的控制者。实施是计划控制的落实，控制是保证计划按期实施。

3. 信息反馈原理

信息反馈是施工项目进度控制的主要环节，施工的实际进度通过信息反馈给基层施工项目进度控制的工作人员，在分工的职责范围内，经过对其加工，再将信息逐级向上反

馈，直到主控制室，主控制室整理统计各方面的信息，经比较分析做出决策，调整进度计划，仍使其符合预定工期目标。若不应用信息反馈原理，不断地进行信息反馈，则无法进行计划控制。施工项目进度控制的过程就是信息反馈的过程。

4. 弹性原理

施工项目进度计划工期长、影响进度的原因多，其中有的已被人们掌握，根据统计经验估计出影响的程度和出现的可能性，并在确定进度目标时，进行实现目标的风险分析。在计划编制者具备了这些知识和实践经验之后，编制施工项目进度计划时就会留有余地，即是使施工进度计划具有弹性。在进行施工项目进度控制时，便可以利用这些弹性，缩短有关工作的时间，或者改变它们之间的搭接关系，使检查之前拖延了的工期，通过缩短剩余计划工期的方法，仍然达到预期的计划目标。这就是施工项目进度控制中对弹性原理的应用。

5. 封闭循环原理

项目的进度计划控制的全过程是计划、实施、检查、比较分析、确定调整措施、再计划。从编制项目施工进度计划开始，经过实施过程中的跟踪检查，收集有关实际进度的信息，比较和分析实际进度与施工计划进度之间的偏差，找出产生原因和解决办法，确定调整措施，再修改原进度计划，形成一个封闭的循环系统。

6. 网络计划技术原理

在施工项目进度的控制中利用网络计划技术原理编制进度计划，根据收集的实际进度信息，比较和分析进度计划，又利用网络计划的工期优化，工期与成本优化和资源优化的理论调整计划。网络计划技术原理是施工项目进度控制的完整的计划管理和分析计算理论基础。

4.4.2 工程项目实际进度与计划进度比较方法

在工程项目实施过程中，管理者应经常地、定期地对进度计划的实际进度数据与进度计划数据进行比较，以确定建设工程实际执行状况与计划目标之间的差距。为了直观反映实际进度偏差，通常采用表格或图形进行实际进度与计划进度的对比分析，从而得出实际进度比计划进度超前、滞后还是一致的结论。常用的进度比较方法有以下几种。

1. 横道图比较法

横道图比较法(图 4.38)是将在项目进展中通过观测、检查、搜集到的信息，经整理后直接用横道线并列标于原计划的横道线一起，进行直观比较的方法。

该表达方法仅适用于工程项目中的各项工作都是均衡进展的情况，即每项工作在单位时间内完成的任务量相等。实际中，工程项目中各项工作的进展情况不一定是匀速的。根据工程项目中各项工作的进展是否匀速，可分别采取以下两种方法进行实际进度与计划进度的比较。

(1) 匀速进展横道图比较法，指工程项目中每项工作在单位时间内完成的任务量相等，因此每项工作累计完成的任务量和时间呈线性关系，完成的任务量可以用实物工程

工作编号	工作时间/d	施工进度/d												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	…
A	6													
B	9													
C	8													
…	…													

计划进度　　实际进度　　检查时间

图 4.38　横道图比较法

量、劳动消耗量或费用支出表示，或用其物理量的百分比表示。

(2) 非匀速进展横道图比较法，指当工作在不同单位时间里的进展速度不相等时，在用涂黑粗线表示工作实际进度的同时，还要标出其对应时刻完成任务量的累计百分比。并将该百分比与其同时刻计划完成任务量的累计百分比相比较，判断工作实际进度与计划进度之间的关系。

2. 前锋线比较法

前锋线比较法是按照项目实际进度绘制其前锋线，根据前锋线与工作箭线交点的位置判断项目实际进度与计划进度偏差，以分析判断项目相关工作的进度状况和项目整体进度状况的方法。网络图前锋线法是利用时标网络计划图检查和判定工程进度实施情况的方法。该方法适用于时标网络计划。



案例 4-3

已知网络计划如图 4.39 所示，在第 5 天检查时，发现工作 *A* 已完成，工作 *B* 已进行 1d，工作 *C* 已进行 2d，工作 *D* 尚未开始。试用前锋线法进行实际进度与计划进度比较。

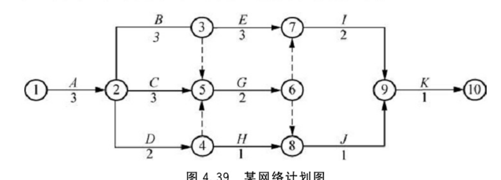


图 4.39　某网络计划图

【解】 ① 按已知网络计划图绘制时标网络计划，如图 4.40 所示。

② 按第 5 天检查实际进度情况绘制前锋线，如图 4.40 点画线所示。

③ 实际进度与计划进度比较。从图 4.40 前锋线可以看出：工作 *B* 拖延 1d；工作 *C* 与计划一致；工

作 D 拖延 2d。

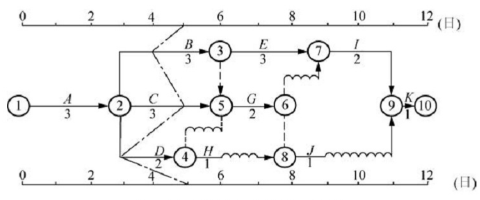


图 4.40　某网络计划前锋线比较图

根据实际进度前锋线的比较分析可以判断项目进度状况对项目的影响。关键工作提前或拖后将会对项目工期产生提前或拖后影响；而非关键工作的影响，则应根据其总时差的大小加以分析判断。一般来说，非关键工作的提前不会造成项目工期的提前；非关键工作如果拖后，且拖后的量在其总时差范围之内，则不会影响总工期；但若超出总时差的范围，则会对总工期产生影响，若单独考虑该工作的影响，其超出总时差的数值就是工期拖延量。需要注意的是，在某个检查日期，往往并不是一项工作的提前或拖后，而是多项工作均未按计划进行，这时则应考虑其交互作用。

3. S 曲线比较法

S 曲线比较法是以横坐标表示时间，纵坐标表示累计完成任务量，绘制一条按计划时间累计完成任务量的 S 曲线；后将工程项目实施过程中各检查时间实际累计完成任务量的 S 曲线也绘制在同一坐标系中，进行实际进度与计划进度比较的一种方法。

从整个工程项目实际进展全过程看，单位时间投入的资源量一般是开始和结束时较少，中间阶段较多。与其相对应，单位时间完成的任务量也呈同样的变化规律。而随工程进展累计完成的任务量则应呈 S 形变化。由于其形似英文字母“S”，S 曲线因此而得名。

S 曲线比较法也是在图上进行工程项目实际进度与计划进度的直观比较。在工程项目实施过程中，按照规定时间将检查收集到的实际累计完成任务量绘制在原计划 S 曲线图上，即可得到实际进度 S 曲线。

通过比较实际进度 S 曲线和计划进度 S 曲线，可以获得如下信息。

（1）工程项目实际进展状况。如果工程实际进展点落在计划 S 曲线左侧，表明此时实际进度比计划进度超前，如图 4.41 中的 a 点；如果工程实际进展点落在 S 计划曲线右侧，表明此时实际进度拖后，如图 4.41 中的 b 点；如果工程实际进展点正好落在计划 S 曲线上，则表示此时实际进度与计划进度一致。

（2）工程项目实际进度超前或拖后的时间。在 S 曲线比较图中可以直接读出实际进度比计划进度超前或拖后的时间。如图 4.41 所示，ΔT_a 表示 T_a 时刻实际进度超前的时间；ΔT_b 表示 T_b 时刻实际进度拖后的时间。

（3）工程项目实际超额或拖欠的任务量。在 S 曲线比较图中也可直接读出实际进度比计划进度超额或拖欠的任务量。如图 4.41 所示，ΔQ_a 表示 T_a 时刻超额完成的任务量，

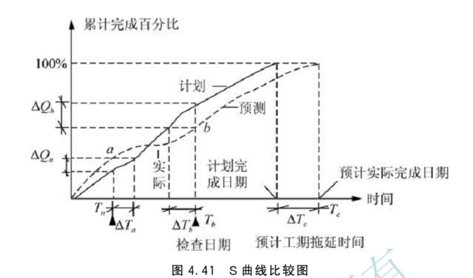


图 4.41　S 曲线比较图

ΔQ_b表示 T_b时刻拖欠的任务量。

（4）后期工程进度预测。如果后期工程按原计划速度进行，则可做出后期工程计划 S 曲线如图 4.41 中虚线所示，从而可以确定工期拖延预测值 ΔT。

4．“香蕉”形曲线比较法

香蕉形曲线是两条 S 形曲线组合成的闭合图形。如前所述，工程项目的计划时间和累计完成任务量之间的关系都可用一条 S 形曲线表示。在工程项目的网络计划中，各项工作一般可分为最早和最迟开始时间，于是根据各项工作的计划最早开始时间安排进度，就可绘制出一条 S 形曲线，称为 ES 曲线，而根据各项工作的计划最迟开始时间安排进度，绘制出的 S 形曲线，称为 LS 曲线。这两条曲线都是起始于计划开始时刻，终止于计划完成之时，因而图形是闭合的；一般情况下，在其余时刻，ES 曲线上各点均应在 LS 曲线的左侧，其图形如图 4.42 所示，其形似香蕉，因而得名。

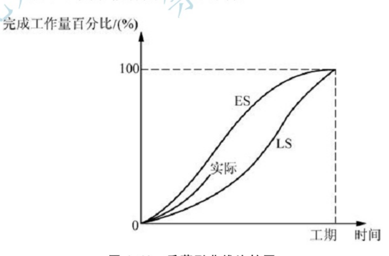


图 4.42　香蕉形曲线比较图

在项目的实施中进度控制的理想状况是任一时刻按实际进度描绘的点，应落在该香蕉形曲线的区域内。

（1）利用香蕉形曲线进行进度的合理安排。

（2）进行施工实际进度与计划进度比较。

（3）确定在检查状态下，后期工程的ES曲线和LS曲线的发展趋势。

5. 列表比较法

列表比较法是指记录检查时正在进行的工作名称和已进行的天数，然后列表计算有关参数，根据原有总时差和尚有总时差判断实际进度与计划进度的比较方法。

（1）计算检查时正在进行的工作。

（2）计算工作最迟完成时间。

（3）计算工作时差。

（4）填表分析工作实际进度与计划进度的偏差。

具体结论可归纳如下。

① 若工作尚有总时差大于原总时差，说明实际进度超前，且为两者之差。

② 若工作尚有总时差等于原总时差，说明实际进度与计划一致。

③ 若工作尚有总时差小于原总时差但仍为非负值，说明实际进度落后，但计划工期不受影响，此时滞后的天数为两者之差。

④ 若工作尚有总时差小于原总时差但为负值，说明实际进度落后且计划工期已受影响，此时滞后的天数为两者之差，而计划工期的延迟天数与工作尚有总时差绝对值相等，此时应当调整计划。

4.4.3 工程项目进度调整方法

1. 影响进度偏差的因素

由于工程项目的特点，建设周期长，参与单位多，项目组成复杂等因素，影响进度的因素较多。编制计划、执行和控制计划时，必须充分认识和估计这些因素，才能克服其影响，使项目尽可能按计划执行；当出现偏差时，应考虑有关影响因素，分析产生的原因。其主要影响因素有以下几项。

1）工期及相关计划的失误

（1）计划时遗漏部分必需的功能和工作。

（2）计划值不足，相关实际工作量增加。

（3）资源或能力不足，例如计划时没有考虑到资源的限制或缺乏，没有考虑如何完成工作。

（4）出现了计划中未能考虑到的风险或状况，未能使项目实施达到预定的效率。

（5）业主一开始就提出很紧迫的工期要求，使承包商或其他设计人、供应商的工期太紧。

2）项目条件的变化

（1）工作量的变化。可能是由于设计的修改，设计的错误，业主新的要求，修改项目的目标及系统范围的扩展造成的。

（2）外界对项目新的要求或限制，设计标准的提高等可能造成项目资源的缺乏，使得项目无法及时完成。

（3）环境条件的变化。工程项目地质条件和水文条件与勘察设计不符，如地质断层、地下障碍物、软弱地基、溶洞，以及恶劣的气候条件等，都会对项目进度产生影响，造成

临时停工或破坏。

（4）发生不可抗力事件。实施中如果出现意外的事件如战争、内乱、拒付债务、工人罢工等政治事件，地震、洪水等严重的自然灾害，重大工程事故、试验失败、标准变化等技术事件，通货膨胀、分包单位违约等经济事件，都会影响项目进度计划。

3）管理过程中的失误

（1）计划部门与实施者之间、总分包商之间、业主与承包商之间缺少沟通。

（2）项目实施者缺乏工期意识，例如管理者拖延了图纸的供应和批准，任务下达时缺少必要的工期说明和责任落实，从而拖延了工程项目的工期。

（3）项目参加者对各个活动之间的逻辑关系没有清楚地了解，下达任务时也没有详细的解释，同时对活动的前提条件准备不足，各单位之间缺少协调和信息沟通，许多工作脱节，资源供应出现问题。

（4）由于其他方面未完成项目计划规定的任务造成拖延。例如设计单位拖延设计、运输不及时、上级机关拖延批准手续、质量检查拖延、业主不果断处理问题等。

（5）承包商没有集中力量施工，材料供应拖延，资金缺乏，工期控制不紧，这可能是由于承包商的同期项目太多，力量不足造成的。业主没有足够的资金供应，拖欠工程款，或业主的材料、设备供应不及时。

4）其他原因

由于采用其他调整措施造成工期的拖延，如设计的变更、质量问题的返工，实施方案的修改等。

2. 分析进度偏差的影响

当查明进度偏差产生的原因之后，要分析进度偏差对后续工作和总工期的影响程度，以确定是否应采取措施调整进度计划。分析时需要利用网络计划中工作总时差和自由时差的概念进行判断，分析步骤如下。

1）分析出现进度偏差的工作是否为关键工作

如果出现进度偏差的工作位于关键线路上，即该工作为关键工作，则无论其偏差有多大，都将对后续工作和总工期产生影响，必须采取相应的调整措施；如果出现偏差的工作是非关键工作，则需要根据进度偏差值与总时差和自由时差的关系作进一步分析。

2）分析进度偏差是否超过总时差

如果工作的进度偏差大于该工作的总时差，则此进度偏差必将影响其后续工作和总工期，必须采取相应的调整措施；如果工作的进度偏差未超过该工作的总时差，则此进度偏差不影响总工期。至于对后续工作的影响程度，还需要根据偏差值与其自由时差的关系作进一步分析。

3）分析进度偏差是否超过自由时差

如果工作的进度偏差大于该工作的自由时差，则此进度偏差将对其后续工作产生影响，此时应根据后续工作的限制条件确定调整方法；如果工作的进度偏差未超过该工作的自由时差，则此进度偏差不影响后续工作，因此，原进度计划可以不作调整。

进度偏差的分析判断过程如图 4.43 所示。通过分析，进度控制人员可以根据进度偏差的影响程度，制定相应的纠偏措施进行调整，以获得符合实际进度情况和计划目标的新进度计划。

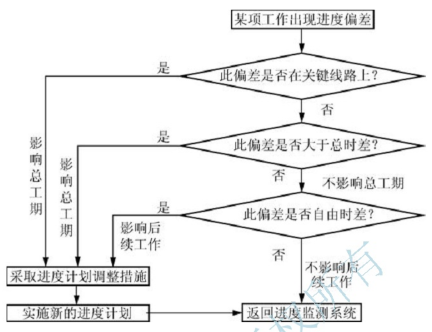


图 4.43　进度偏差对后续工作和总工期的影响分析过程图

3. 工程项目进度调整的方法

在分析了进度偏差会对项目进度造成影响后，必须对项目进度计划进行调整。

进度计划的调整以进度计划执行中的跟踪检查结果进行，调整的内容包括：①工作内容；②工作量；③工作起止时间；④工作持续时间；⑤工作逻辑关系；⑥资源供应。可以只调整六项其中之一，也可以同时调整多项，还可以将几项结合起来调整，以求综合效益最佳。只要能达到预期目标，调整越少越好。

主要的调整方法有下列几种。

1）调整工作顺序，改变某些工作间的逻辑关系

当工程项目实施中产生的进度偏差影响到总工期，且有关工作的逻辑关系允许改变时，可以改变关键线路和超过计划工期的非关键线路上的有关工作之间的逻辑关系，达到缩短工期的目的。例如可以把依次进行的有关工作改成平行或互相搭接的逻辑关系，以及分成几个施工段进行流水施工等。但可能产生以下问题：①工作逻辑上的矛盾性；②资源的限制，平行施工要增加资源的投入强度。③工作面限制及由此产生现场混乱和低效率问题。

2）增减工作范围

增减工作项目均不应打乱原网络计划总的逻辑关系。由于增减工作范围，只能改变局部的逻辑关系，此局部改变不影响总的逻辑关系。在增减工作内容以后，应重新计算时间参数，分析对原网络计划的影响。当对工期有影响后，应采取调整措施，保证计划工期不变。这可能造成如下影响：①损害项目的完整性、经济性、安全性，运行效率，或提高项目运行费用。②必须经过上层管理者如投资者、业主的批准。

3）缩短某些工作的持续时间

这种方法是不改变工程项目中各项工作之间的逻辑关系，而通过采取增加资源投入、提高劳动效率等措施来缩短某些工作的持续时间，使工程进度加快，以保证按计划工期完成该工程项目。这些被压缩持续时间的工作是位于关键线路和超过计划工期的非关键线路

上的工作。

如果某项工作进度拖延时间超过总时差，那么无论它是否处于关键线路，都将会对后续工作和总工期产生影响，在这种情况下，为了减少对总工期的延误，应采取措施缩短关键线路上的后续工作的持续时间，并用工期优化的方法对原网络计划进行调整。

这种调整方法通常可以在网络图上直接进行。其调整方法视限制条件及对其后续工作的影响程度的不同而有所区别，一般可分为以下三种情况。

（1）网络计划中某项工作进度拖延的时间超过其总时差。如果网络计划中某项工作进度拖延的时间超过其总时差，则无论该工作是否为关键工作，其实际进度都将对后续工作和总工期产生影响。此时，进度计划的调整方法又可分为以下三种情况。

① 项目总工期不允许拖延。如果工程项目必须按照原计划工期完成，则只能采取缩短关键线路上后续工作持续时间的方法来达到调整计划的目的。

② 项目总工期允许拖延。如果项目总工期允许拖延，则此时只需以实际数据取代原计划数据，并重新绘制实际进度检查日期之后的简化网络计划即可。

③ 项目总工期允许拖延的时间有限。如果项目总工期允许拖延，但允许拖延的时间有限。则当实际进度拖延的时间超过此限制时，也需要对网络计划进行调整，以便满足要求。

具体的调整方法是以总工期的限制时间作为规定工期，对检查日期之后尚来实施的网络计划进行工期优化，即通过缩短关键线路上后续工作持续时间的方法来使总工期满足规定工期的要求。

（2）网络计划中某项工作进度拖延的时间超过其自由时差，但未超过总时差。当一项工作拖延的时间未超过其自由时差，这种拖延对后续工作没有任何影响，该项工作仍可以正常进行。当一项工作拖延时间已经超过其自由时差时，这种拖延对后续工作必有影响。因此寻求合理的调整方案，把进度拖延对后续工作的影响减少到最低程度，也是非常重要的工作。

（3）网络计划中某项工作进度超前。在建设工程计划阶段所确定的工期目标，往往是综合考虑了各方面因素而确定的合理工期。因此，时间上的任何变化，无论是进度拖延还是超前，都可能造成其他目标的失控。如果建设工程实施过程中出现进度超前的情况，进度控制人员必须综合分析进度超前对后续工作产生的影响，并同承包单位协商，提出合理的进度调整方案，以确保工期总目标的顺利实现。

需要说明的是，采用压缩计划工作持续时间的方法缩短工期不仅可能会使工程建设项目在质量、费用和资源供应均衡性保持方面蒙受损失，而且还要受到必要的技术间歇时间、气候、施工场地、施工作业空间及施工单位的技术能力和管理素质等诸多条件的限制，因此应用这一方法必须注重从工程具体实际情况出发，以确保方法应用的可行性和实际效果。

4）资源调整

资源调整应在资源供应发生异常时进行。所谓异常，即因供应满足不了需要，导致工程实施强度(单位时间完成的工程量)降低或者实施中断，影响了计划工期的实现。

4. 计算机辅助进度控制

国外有很多用于进度计划编制的商业软件，自 20 世纪 70 年代末 80 年代初开始，中

国也开始研制进度计划的软件，这些软件都是在工程网络计划原理的基础上编制的。应用这些软件可以实现计算机辅助建设工程项目进度计划的编制和调整，以确定工程网络计划的时间参数。

计算机辅助工程网络计划编制的意义如下：解决当工程网络计划计算量大、手工计算难以承担的困难；确保工程网络计划计算的准确性；有利于工程网络计划及时调整；有利于编制资源需求计划等。

正如前述，进度控制是一个动态编制和调整计划的过程，初始的进度计划和在项目实施过程中不断调整的计划，以及与进度控制有关的信息应尽可能对项目各参与方透明，以便各方为实现项目的进度目标协同工作。为使业主方各工作部门和项目各参与方便捷地获取进度信息，可利用项目信息门户作为基于互联网的信息处理平台辅助进度控制。

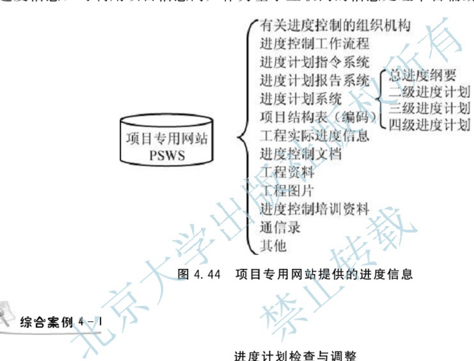


图 4.44　项目专用网站提供的进度信息

综合案例 4-1

进度计划检查与调整

已知网络计划如下图 4.45 所示，箭线下方括号外数字为工作的正常持续时间，括号内数字为工作的最短持续时间；箭线上方括号外数字为正常持续时间时的直接费，括号内数字为最短持续时间时的直接费。费用单位为千元，时间单位为 d。如果工程间接费率为 0.8 千元/d，则最低工程费用时的工期为多少 d?

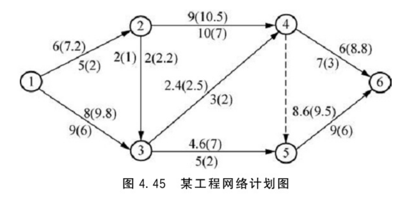


图 4.45　某工程网络计划图

【解】 ① 用标号法确定网络计划的计算工期和关键线路，如图 *4.46* 所示。计算工期 $T_c = 24d$。关键线路为：*1—2—4—5—6*。

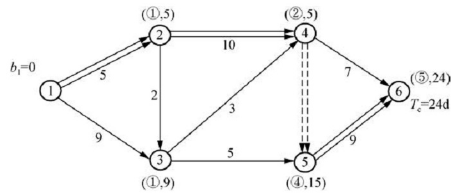


图 4.46　某工程网络计划工期与关键线路

② 计算各项工作的直接费率。

$$\Delta C_{1-2}=\frac{7.2-6.0}{5-2}=0.4(\text{千元}/d)；\Delta C_{1-3}=\frac{9.8-8.0}{9-6}=0.6(\text{千元}/d)$$

$$\Delta C_{2-3}=\frac{2.2-2.0}{2-1}=0.2(\text{千元}/d)；\Delta C_{2-4}=\frac{10.5-9.0}{10-7}=0.5(\text{千元}/d)$$

$$\Delta C_{3-4}=\frac{2.5-2.4}{3-2}=0.1(\text{千元}/d)；\Delta C_{3-5}=\frac{7.2-4.6}{5-2}=0.8(\text{千元}/d)$$

$$\Delta C_{4-6}=\frac{8.8-6.0}{7-3}=0.7(\text{千元}/d)；\Delta C_{5-6}=\frac{9.5-8.6}{9-6}=0.3(\text{千元}/d)$$

③ 计算工程总费用。

a. 直接费总和：$C_d=6.0+8.0+2.0+9.0+2.4+4.6+6.0+8.6=46.6$(千元)。

b. 间接费总和：$C_i=0.8\times24=19.2$(千元)。

c. 工程总费用：$C_t=C_d+C_i=46.6+19.2=65.8$(千元)。

④ 通过压缩关键工作的持续时间进行费用优化。

a. 第一次压缩。由图 4.46 可知，有以下三个压缩方案：(*a*)压缩工作 1—2，直接费用率为 0.4 千元/*d*；(*b*)压缩工作 2—4，直接费用率为 0.5 千元/*d*；(3)压缩工作 5—6，直接费用率为 0.3 千元/*d*。上述三种压缩方案中，由于工作 5—6 的直接费用率最小，故应选择工作 5—6 作为压缩对象。

将工作 5—6 的持续时间压缩 3*d*，这时工作 5—6 将变成非关键工作，故将其压缩 2*d*，使其恢复为关键工作。第一次压缩后的网络计划如图 4.47 所示。用标号法计算网络计划的计算工期为 $T_c=22d$，图 4.47 中的关键线路有两条，即：1—2—4—5—6 和 1—2—4—6。

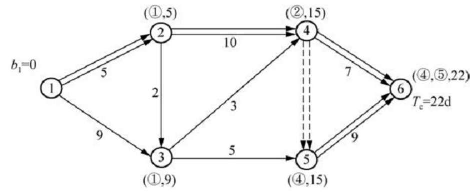


图 4.47　某工程网络计划第一次压缩图

b. 第二次压缩。从图 4.47 可知，有以下三种压缩方案：(*a*)压缩工作 1—2，直接费用率为 0.4 千元/*d*；(*b*)压缩工作 2—4，直接费用率为 0.5 千元/*d*；(*c*)同时压缩工作 4—6 和工作5—6，组合直接费用率为：0.7＋0.3＝1.0(千元/*d*)。故应选择直接费用率最小的工作 1—2 作为压缩对象。

将工作 1—2 的持续时间压缩至最短即 2d，将会使工作 1—2 变成非关键工作，同时，将工作 1—2 的持续时间压缩至 3d，也会使其变成非关键工作，故只能将工作 1—2 压缩 1d。压缩后用标号法计算网络计划时间参数如图 4.48 所示。即计算工期 $T_c=21d$，关键线路有三条：1—2—4—6 和 1—2—4—5—6 及 1—3—5—6。

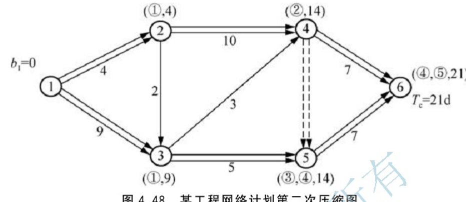


图 4.48 某工程网络计划第二次压缩图

c. 第三次压缩。从图 4.48 可知，有以下七种方案：(a)同时压缩工作 1—2 和工作1—3，组合直接费用率为 1.0 千元/d；(b)同时压缩工作 1—2 和工作 3—5，组合直接费用率为 1.2 千元/d；(c)同时压缩工作 1—2 和工作5—6，组合直接费用率 0.7 千元/d；(d)同时压缩工作 2—4 与工作1—3，组合直接费用率为 1.1 千元/d；(e)同时压缩工作 2—4 和工作 3—5，组合直接费用率为 1.3 千元/d；(f)同时压缩工作 2—4 和工作5—6，组合直接费用率为 0.8 千元/d；(g)同时压缩工作 4—6 和工作 5—6，组合直接费用率为 1.0 千元/d。上述七种压缩方案中，方案(c)即同时压缩工作 1—2 和工作5—6，组合直接费用率最小，故选择此方案。

将工作 1—2 和工作5—6 的持续时间同时压缩 1d，压缩后它们仍然是关键工作，故可行。压缩后用标号法计算网络计划时间参数如图 4.49 所示。即计算工期 $T_c=20d$，关键线路有两条：1—2—4—6 和 1—3—5—6。

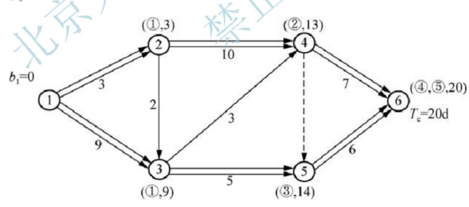


图 4.49 某工程网络计划第三次压缩图

d. 第四次压缩。从图 4.49 可知，由于工作 5—6 不能再压缩，故有以下 6 种方案：(a)同时压缩工作 1—2 和工作1—3，组合直接费用率为 1.0 千元/d；(b)同时压缩工作 1—2 和工作3—5，组合直接费用率为 1.2 千元/d；(c)同时压缩工作 2—4 和工作 1—3，组合直接费用率为 1.1 千元/d；(d)同时压缩工作 2—4 和工作3—5，组合直接费用率为 1.3 千元/d；(e)同时压缩工作 4—6 和工作1—3，组合直接费用率为 1.3 千元/d；(f)同时压缩工作 4—6 和工作3—5，组合直接费用率为 1.5 千元/d。上述 6 种方案的组合直接费用率均大于间接费用率 0.8 千元/d，说明继续压缩会使工程总费用增加，因此优化方案已得到，优化后的网络计划如图 4.50 所示。图中箭线上方括号中数字为工作的直接费。

⑤ 计算优化后的工程总费用。

a. 直接费总和：$C_{do}=6.8+9+8+2+2.4+4.6+9.5+6=48.3$(千元)。

b. 间接费总和：$C_{io}=0.8\times20=16$(千元)。

c. 工程总费用：$C_{to}=C_{do}+C_{io}=48.3+16.0=64.3$(千元)。

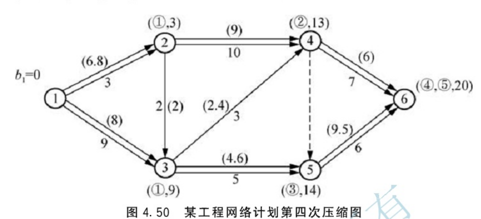


图 4.50 某工程网络计划第四次压缩图

本章小结

通过本章学习，可以加深对工程进度管理的常用方法的理解，在既定的工期内，通过组织施工方式，编制施工进度计划，并在项目实施中，不断检查进度情况，并将其与计划进度相比较，运用横道图法、S曲线法和前锋线法等比较进度偏差产生的原因和影响，及时对工程进度进行调整，达到工程进度优化和工程进度控制的目的。

习 题

1. 填空题

(1) 建设工程项目的总进度目标是在项目的________阶段确定的。

(2) 对于采用建设项目总承包模式的建设工程，项目总进度目标的控制是________项目管理的任务。

(3) 用流水作业方法组织施工，其实质就是组织连续作业，________。

(4) 网络计划中总时差最小的工作是 ________。

(5) 工程双代号时标网络计划中，某工作箭线上的波形线表示该工作的________。

(6) 施工进度计划的编制方法有多种，其中________是一种最简单并运用最广泛的传统的进度计划方法。

2. 选择题

(1) 施工方应视施工项目的特点和施工进度控制的需要，编制(　　)等进度计划。(多选)

A. 施工总进度纲要　　B. 不同深度的施工进度计划
C. 不同功能的施工进度计划　　D. 不同计划周期的施工进度计划
E. 不同项目参与方的施工进度计划

(2) 进度计划系统包括(　　)。(多选)

A. 总进度纲要　　B. 二级进度计划
C. 三级进度计划　　D. 四级进度计划
E. 总进度规划

(3) 大型建设工程项目总进度目标论证的核心工作是通过编制总进度纲要论证总进度目标实现的可能性，总进度纲要的主要内容包括(　　)。(多选)

A. 项目实施的总体部署　　B. 编制各层(各级)进度计划
C. 各子系统进度规划　　D. 确定里程碑事件的计划进度目标
E. 总进度目标实现的条件和应采取的措施

(4) 在各种计划方法中，(　　)的工作进度线与时间坐标相对应。(多选)

A. 形象进度计划　　B. 横道图计划
C. 双代号网络计划　　D. 单代号搭接网络计划
E. 双代号时标网络计划

(5) 下列关于双代号网络计划绘图规则的说法，正确的有(　　)。(多选)

A. 网络图必须正确表达各工作间的逻辑关系
B. 网络图中可以出现循环回路
C. 网络图中一个节点只有一条箭线引出
D. 网络图中严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线
E. 单目标网络计划只有一个起点节点和一个终点节点

(6) 工程项目进度调整的方法主要有(　　)。(多选)

A. 调整工作顺序，改变某些工作间的逻辑关系
B. 增减工作范围
C. 缩短某些工作的持续时间
D. 资源调整
E. 调整工作内容

3. 简答题

(1) 什么是工程项目进度管理?
(2) 工程项目进度影响因素有哪些?
(3) 简述工程项目进度管理过程。
(4) 工程项目进度管理措施有哪些?
(5) 简述工程项目进度计划编制的程序。
(6) 什么是工程项目进度控制?
(7) 进度控制的方法有哪些?

4. 练习题

(1) 已知项目1、2、3各工作之间的逻辑关系如表4-11～4-13所示，试分别绘制双代号网络图和单代号网络图。

① 项目1。

表4-11 项目1各工作之间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	G	H
紧前工作	C、D	E、H	—	—	—	D、H	—

② 项目2。

表4-12 项目2各工作之间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	G
紧前工作	—	—	—	—	B、C、D	A、B、C

③ 项目3。

表4-13 项目3各工作之间的逻辑关系

工作	A	B	C	D	E	G	H	I	J
紧前工作	E	H、A	J、G	H、I、A	—	H、A	—	—	E

(2) 某网络计划的有关资料如表4-14所示，试绘制双代号网络计划，并在图中标出各项工作的6个时间参数。最后，用双箭线标明关键线路。

表4-14 某网络计划的有关资料

工作	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
持续时间	22	10	13	8	15	17	15	6	11	12	20
紧前工作	—	—	B、E	A、C、H	—	B、E	E	F、G	F、G	A、C、I、H	F、G

第5章 工程项目费用管理

教学目标

本章主要讲述工程项目费用管理的基本理论和方法。通过学习本章，应达到以下目标：

(1) 了解工程项目费用管理的一般程序、控制目标与重点，设计阶段费用控制的主要措施；

(2) 熟悉设计概算和施工图预算的编制方法、费用计划的编制方法和施工项目成本管理；

(3) 掌握投资估算的编制方法、费用控制的方法和施工阶段的费用控制。

教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
工程项目费用管理概述	(1) 了解费用管理的一般程序、费用控制目标与重点； (2) 熟悉中国工程项目投资的组成	(1) 费用管理的一般程序； (2) 世界银行规定的工程项目投资的构成； (3) 费用控制的原则、目标与重点
工程项目费用的确定	(1) 能应用投资估算的方法； (2) 设计概算的编制应用； (3) 施工图预算的编制方法	(1) 投资估算的类型和方法； (2) 三级概算的内容和编制方法； (3) 工料单价法、综合单价法
工程项目费用计划	费用计划的编制	(1) 费用计划编制原则和依据； (2) 费用计划编制方法
工程项目费用控制	(1) 费用控制方法； (2) 施工阶段费用控制	(1) 费用控制的依据和步骤； (2) 横道图法、表格法和曲线法； (3) 偏差原因分析； (4) 设计阶段费用控制
施工项目成本管理	施工项目成本分析	(1) 成本预测与成本计划； (2) 成本控制与成本核算； (3) 成本分析和成本考核



工程项目费用管理；投资估算；设计概算；施工图预算；工料单价法；综合单价法；工程价款结算；施工项目成本管理


引例

运用价值工程理论进行费用控制

上海华东电力设计院承担了宝钢自备电厂储灰场围堤筑坝设计任务，原设计采用抛石施工的土石围堤，造价在1 500万元以上。该设计院通过对钢渣物理性能和化学成分分析试验，在取得可靠数据以后，经反复计算，细致推敲，证明用钢渣代替抛石在技术上是可行的。为保险起见，设计院先进行了200m试验段(试验段围堤长2 353m)，取得成功经验后，再大面积施工。经过设计、施工等多方努力，在长江口，国内首座钢渣黏土心墙围堤提前一个月胜利建成，后又经受了强台风和长江特高潮位同时袭击的考验。该方案比原设计方案节省投资700多万元，取得了降低投资、保证功能的效果。

5.1 工程项目费用管理概述

5.1.1 工程项目费用管理的概念

工程项目费用管理就是要求在项目建设的各个阶段，把工程费用控制在批准的费用限额内，随时纠正发生的偏差，以保证项目费用管理目标的实现。工程项目费用管理是项目管理的一个重要方面。项目费用管理水平的提高将带动整个项目管理水平，乃至整个企业管理水平的提高。因此，工程项目费用管理在工程项目管理中的重要地位是不可替代的。

5.1.2 工程项目费用管理的程序

工程项目费用管理的一般程序如图5.1所示。由图5.1可知，工程项目的费用管理过程包括资源计划、费用估算、费用计划和费用控制。

1. 资源计划

资源计划就是确定完成工程项目的各项活动需要何种资源(人、设备、材料等)及各种资源的数量。

2. 费用估算

费用估算就是估算完成工程项目各活动所需资源的费用。在国外的建设程序中，可行性研究阶段、方案设计阶段、基础设计阶段、详细设计阶段及招投标阶段对工程项目投资所做的测算统称为费用估算；但在各个阶段，其详细程度和准确度是有差别的。按照中国的建设程序，在项目建议书及可行性研究阶段，对工程项目投资所做的测算称之为投资估算；在初步设计、技术设计阶段，对建设工程项目投资所做的测算称之为设计概算；在施工图设计阶段，称之为施工图预算；在招投标阶段，称之为标底和投标报价。

3. 费用计划

编制费用计划就是将总费用根据工作分解结构分配到各工作单元上去。

4．费用控制

费用控制就是在项目进展过程中，不断进行计划值与实际值的比较，发现偏差，分析偏差产生的原因，及时采取纠偏措施。

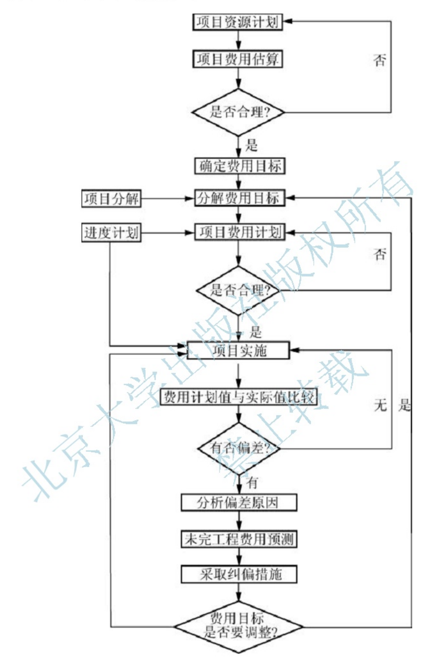


图 5.1 工程项目费用管理的一般程序

5.1.3 工程项目投资的组成

1．中国的工程项目投资构成

中国的工程项目投资包括固定资产投资和流动资产投资两部分。固定资产投资又包括建筑安装工程费、设备及工具器具购置费、工程建设其他费、预备费、建设期贷款利息和

固定资产投资方向调节税。中国现行工程项目投资的具体组成如图 5.2 所示。

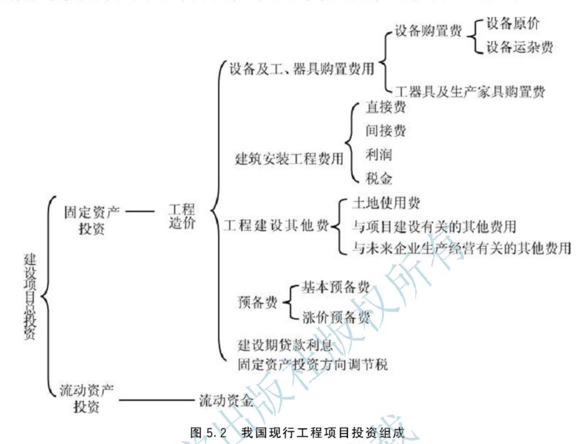


图 5.2 我国现行工程项目投资组成

建筑安装工程费，是指建设单位用于建筑和安装工程方面的投资，它由建筑工程费和安装工程费两部分组成。根据原建设部“关于印发《建筑安装工程费用项目组成》的通知”建标［2003］206 号），中国现行建筑安装工程费用项目主要由四部分组成：直接费、间接费、利润和税金。直接费由直接工程费和措施费组成。直接工程费是指施工过程中耗费的直接构成工程实体的各项费用，包括人工费、材料费、施工机械使用费。措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。间接费由规费和企业管理费组成。规费指政府和有关权力部门规定必须缴纳的费用，包括工程排污费、工程定额测定费、养老保险费、失业保险费、医疗保险费、住房公积金、危险作业意外伤害保险。企业管理费指施工企业为组织生产经营活动所发生的管理费用，包括管理人员工资、办公费、差旅交通费、固定资产使用费、工具用具使用费、劳动保险费、工会经费、职工教育经费、财产保险费、财务费、税金、其他。利润指施工企业完成所承包工程所获得的赢利。税金指国家税法规定的应计入建筑安装工程造价内的营业税、城市维护建设税及教育费附加。

设备及工、器具购置费，是指按照建设工程设计文件要求，建设单位(或其委托单位)购置或自制达到固定资产标准的设备和新、扩建项目配置的首套工器具及生产家具所需的费用。设备及工、器具费由设备购置费和工具、器具及生产家具购置费组成。它是固定资产投资中的组成部分。在生产性工程建设中，设备及工、器具费用与资本的有机构成相联系。设备及工、器具费用占工程造价比重的增大，意味着生产技术的进步和资本有机构成的提高。

工程建设其他费用，是指从工程筹建起到工程竣工验收交付生产或使用止的整个建设

期间，除建筑安装工程费用和设备及工、器具购置费用以外的，为保证工程建设顺利完成和交付使用后能够正常发挥效益或效能而发生的各项费用。

按中国现行规定，预备费包括基本预备费和价差预备费两种。基本预备费是指在投资估算或设计概算内难以预料的工程费用，涨价预备费是指建设项目建设期间，由于价格等变化引起工程造价变化的预测预留费用。费用内容包括：人工、设备、材料、施工机械的价差费，建筑安装工程费及工程建设其他费用调整、利率、汇率调整等增加的费用。

建设期贷款利息指在项目建设期发生的支付银行贷款、出口信贷、债券等的借款利息和融资费用。大多数的建设项目都会利用贷款来解决自有资金的不足，以完成项目的建设，从而达到项目运行获取利润的目的。利用贷款必须支付利息和各种融资费用，所以，在建设期支付的货款利息，也构成了项目投资的一部分。

铺底流动资金是指生产性建设工程项目为保证生产和经营正常进行，按规定应列入建设工程项目总投资的铺底流动资金。一般按流动资金的30%计算。

建设投资可以分为静态投资部分和动态投资部分。静态投资部分由建筑安装工程费、设备工器具购置费、工程建设其他费和基本预备费构成。动态投资部分，是指在建设期内，因建设期利息和国家新批准的税费、汇率、利率变动及建设期价格变动引起的建设投资增加额，包括涨价预备费、建设期利息。

2. 世界银行和国际咨询工程师联合会规定的工程项目投资的构成

1978年世界银行和国际咨询工程师联合会将工程项目建设投资成为工程项目的总建设成本，并将其构成规定为项目直接建设成本、项目间接建设成本、应急费和建设成本上升费用四个部分。

1）项目直接建设成本

项目直接建设成本包括以下内容。

（1）土地征购费。

（2）场外设施费用，如道路、码头、桥梁、机场、输电线路等设施费用。

（3）场地费用，指用于场地准备、厂区道路、铁路、围栏、场内设施等的建设费用。

（4）工艺设备费，指主要设备、辅助设备及零配件的购置费用，包括海运包装费用、交货港离岸价，但不包括税金。

（5）设备安装费，指设备供应商的监理费用，本国劳务及工资费用，辅助材料、施工设备、消耗品和工具等费用，以及安装承包商的管理费和利润等。

（6）管理系统费用，指与系统的材料及劳务相关的全部费用。

（7）电气设备费，其内容与第(4)项相似。

（8）电气安装费，指设备供应商的监理费用，本国劳务及工资费用，辅助材料、电缆、管道和工具费用，以及营造承包商的管理费和利润。

（9）仪器仪表费，指所有自动仪表、控制板、配线和辅助材料的费用，以及供应商的监理费用、外国或本国劳务及工资费用、承包商的管理费和利润。

（10）机械的绝缘和油漆费，指与机械及管道的绝缘和油漆相关的全部费用。

（11）工艺建筑费，指原材料、劳务费，以及与基础、建筑结构、屋顶、内外装修、公共设施有关的全部费用。

(12) 服务性建筑费用，其内容与第(11)项相似。

(13) 工厂普通公共设施费，包括材料和劳务费，以及与供水、燃料供应、通风、蒸汽、下水道、污物处理等公共设施有关的费用。

(14) 其他当地费用，指那些不能归类于以上任何一个项目，不能计入项目间接成本，但在建设期间又是必不可少的当地费用，如临时设备、临时公共设施及场地的维持费，营地设施及其管理，建筑保险和债券，杂项开支等费用。

2) 项目间接建设成本

(1) 项目管理费。

① 总部人员的薪金和福利费，以及用于初步和详细工程设计、采购、时间和成本控制、行政和其他一般管理的费用。

② 施工管理现场人员的薪金、福利费和用于施工现场监督、质量保证、现场采购、时间及成本控制、行政及其他施工管理机构的费用。

③ 零星杂项费用，如返工、差旅、生活津贴、业务支出等。

④ 各种酬金。

(2) 开工试车费，指工厂投料试车必需的劳务和材料费用。

(3) 业主的行政性费用，指业主的项目管理人员费用及支出(其中某些费用必须排除在外的应在“估算基础”中详细说明)。

(4) 生产前费用，指前期研究、勘测、建矿、采矿等费用(其中一些费用必须排除在外的应在“估算基础”中详细说明)。

(5) 运费和保险费，指海运、国内运输、许可证及佣金、海洋保险、综合保险等费用。

(6) 地方税，指关税、地方税及对特殊项目征收的税金。

3) 应急费

(1) 未明确项目的准备金。此项准备金用于在估算时不可能明确的潜在项目，包括那些在做成本估算时因为缺乏完整、准确和详细的资料而不能完全预见和不能注明的项目，并且这些项目是必须完成的，或它们的费用是必定要发生的，在每一个组成部分中均单独以一定的百分比确定，并作为估算的一个项目单独列出。此项准备金不是为了支付工作范围以外可能增加的项目，不是用以应付天灾、非正常经济情况及罢工等情况，也不是用来补偿估算的任何误差；而是用来支付那些几乎可以肯定要发生的费用。因此，它是估算不可缺少的一个组成部分。

(2) 不可预见准备金。此项准备金(在未明确项目准备金之外)用于在估算达到了一定的完整性并符合技术标准的基础上，由于物质、社会和经济的变化，导致估算增加的情况。此种情况可能发生，也可能不发生。因此，不可预见准备金只是一种储备，可能不动用。

4) 建设成本上升费用

通常，估算中使用的构成工资率、材料和设备价格基础的截止日期就是“估算日期”。必须对该日期或已知成本基础进行调整，以补偿直至工程结束时的未知价格增长。

工程的各个主要组成部分(国内劳务和相关成本、本国材料、外国材料、本国设备、外国设备、项目管理机构)的细目划分确定以后，便可确定每一个主要组成部分的增长率。

这个增长率是一项判断因素，它以已发表的国内和国际成本指数、公司记录等为依据，并与实际供应进行核对，然后根据确定的增长率和从工程进度表中获得的每项活动的中点值，计算出每项主要组成部分的成本上升值。

5.1.4 工程项目费用控制的原则、目标与重点

1. 费用控制的基本原则

建设项目投资费用控制必须坚持两条基本原则。

（1）在保证建设项目功能目标、质量目标和工期控制目标的前提下，合理编制费用控制计划和采取切实有效的措施实行动态控制，决不能用降低功能目标、降低质量水平和拖延施工工期的办法来乱压、乱减投资。

（2）建设项目费用控制，不仅要考虑项目建设期的资本投入，还要考虑项目建成投产后的经常性开支。也就是说，应从建设项目长期创造效益出发，全面考虑建设项目整个生命周期的总成本费用，决不能为压缩建设投资造成建成投产后经常性营运费用增加，最终导致建设项目投资效益降低。

2. 费用控制的目标

工程项目费用控制目标的设置是一项非常严肃而重要的工作。工程项目的建设过程是一个周期长、资金投入量大的物质资产形成过程，不可能在项目决策阶段就设置一个一成不变的费用控制目标，只能按照确定的费用目标，根据当时掌握的信息、资料和以往的经验，以及相关的法律、法规，在充分分析论证的基础上，设置一个初始的费用控制目标。在工程项目实施过程中，要随着项目建设的进展、外部条件的落实和工程建设方案的优化，不断修正和完善建设项目费用控制目标。按照工程项目建设程序，先后形成投资估算、初步设计概算和修正概算、施工图预算、承包合同价与结算价以及竣工决算等，是一个由浅入深、由粗到细，相互制约、相互补充，并且由前者控制后者、后者补充前者的建设项目投资控制目标系统。

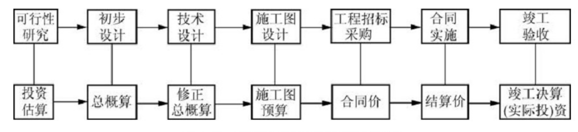


图 5.3 建设项目投资控制目标系统

3. 费用控制的重点

大量的实践表明，项目建设不同阶段对项目投资影响的程度是不同的，对工程项目费用影响最大的是工程项目投资决策阶段和工程设计阶段。在投资决策阶段，出资人确定投资方向、决定项目建设规模，提出项目建设控制目标是进行建设项目投资控制的前提；在工程设计阶段，通过优化比选确定项目工程建设方案，选择工艺流程和设备配置是进行建设项目投资控制的基础；在施工图设计和工程招标、发包阶段，要把投资控制目标分解落

实到每一个具体的工程项目；工程建设实施阶段的主要任务是采取有效措施进行监督和控制。从项目建设的全过程看，在项目投资决策阶段、工程设计阶段和工程承发包阶段，建设项目业主在项目投资费用管理和控制工作中拥有充分的自主权和决策权，是建设项目业主进行投资控制的重点；在建设项目实施过程中，建设项目业主必须与设备材料供应方、工程施工承包方、工程监理单位及金融机构密切配合，充分协商，共同采取措施，才能获得有效的投资费用控制效果。

5.2 工程项目费用的确定

工程项目从项目决策、设计、招投标、施工到竣工验收和后评价的全过程中，各项工作必须遵循先后次序，不能任意颠倒，但是可以合理交叉。针对建设程序的各个阶段，应采用科学的计算方法和切合实际的计价依据，合理确定投资估算、设计概算、施工图预算、承包合同价、结算价、竣工决算。

5.2.1 工程项目投资估算

工程项目投资估算是指在工程项目的决策阶段，依据现有的资料(建设规模、产品方案、工艺技术及设备方案、工程方案)和一定的方法，估算项目所需资金总额，并测算建设期分年资金使用计划。投资估算总额是指从筹建、施工直至建成投产的全部建设费用，其包括的内容应视项目的性质和范围而定。投资估算是项目决策的重要依据之一，投资估算要保证必要的准确性，如果误差过大，将导致决策的失误。

投资估算是项目主管部门审批项目建议书的依据之一，并对项目的规划、规模起参考作用。投资估算是项目投资决策的重要依据，也是研究、分析、计算项目投资经济效果的重要条件。其对工程设计概算起控制作用，设计概算不得突破批准的投资估算额，并应控制在投资估算额以内。投资估算可作为项目资金筹措及制订建设贷款计划的依据，建设单位可根据批准的项目投资估算额进行资金筹措和向银行申请贷款。投资估算是核算建设项目固定资产投资需要额和编制固定资产投资计划的重要依据。

1. 投资估算的类型

按照工程投资估算的时间和精度划分，投资估算可以分为投资机会研究阶段的投资估算、初步可行性研究阶段的投资估算和详细可行性研究阶段的投资估算，详见表5-1。

表5-1 工程项目投资估算类型

工程项目的决策阶段	投资估算的类型	估算精度
投资机会研究阶段	投资机会研究阶段的投资估算	±30%
初步可行性研究阶段	初步可行性研究阶段的投资估算	±20%
详细可行性研究阶段	详细可行性研究阶段的投资估算	±10%

2. 投资估算的编制方法

1）投资机会研究阶段的投资估算

该阶段主要是根据投资机会研究的结果，参考已建成的类似项目的投资额对拟建项目的投资额进行粗略的估计，其将为领导部门审查投资机会、初步选择投资方向提供参考。由于该阶段的投资估算仅仅是参考已建成的类似项目的投资额而作出的，因此精度比较低，一般为±30%。这个阶段的常用方法是单位生产能力估算法和生产能力指数法。

(1) 单位生产能力估算法。单位生产能力估算法是指根据已建成项目或其设备装置的投资和生产能力，求出单位生产力的投资额后，推导出拟建项目或其设备装置的投资。当拟建项目与已建项目的生产能力接近时，可认为生产能力与投资额呈线性关系，其计算公式为：

$$C_2 = Q_2 \times \left(\frac{C_1}{Q_1}\right) \times f \tag{5-1}$$

式中 C_2——拟建项目或设备装置的投资额；

C_1——已建项目或设备装置的投资额；

Q_2——拟建项目或设备装置的生产能力；

Q_1——已建项目或设备装置的生产能力；

f——综合调整系数。

这种方法主要用于新建项目或装置的估算，十分简便迅速。但要求估算人员掌握足够的典型工程的历史数据，而且这些数据均应与单位生产能力的造价有关，同时新建装置需与所选取装置的历史资料相类似，仅存在规模大小和时间上的差异。

单位生产能力估算法估算误差较大，可达±30%。此法只能是粗略地快速估算，由于误差大，应用该估算法时需要小心，应注意以下几点。

① 地方性。建设地点不同，地方性差异主要表现为：两地经济情况不同；土壤、地质、水文情况不同；气候、自然条件的差异；材料、设备的来源、运输状况不同等。

② 时间性。工程建设项目的兴建，不一定是在同一时间建设，时间差异或多或少存在，在这段时间内可能在技术、标准、价格等方面发生变化。

③ 配套性。一个工程项目或装置，均有许多配套装置和设施，也可能产生差异，如公用工程、辅助工程、厂外工程和生活福利工程等，这些工程随地方差异和工程规模的变化均各不相同，它们并不与主体工程的变化呈线性关系。

(2) 生产能力指数法。该法是利用已建成项目的投资额或其设备装置的投资额，估算同类但生产规模不同的项目投资或其设备装置投资的方法。其计算公式为：

$$C_2 = C_1 \times \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^n \times f \tag{5-2}$$

式中 n——生产规模指数($0 \leqslant n \leqslant 1$)；

其他符号含义与单位生产能力估算法相同。

生产能力指数法表明造价与规模呈非线性关系，单位造价随工程规模的增加而减少。在正常情况下，$0 \leqslant n \leqslant 1$。不同生产力水平的国家的不同性质的项目中 n 的取值是不相同的。拟建项目与已建类似项目生产能力的比值不宜大于 50，一般以在 10 倍以内效果较好。

若已建类似项目或装置的规模和拟建项目或装置的规模相差不大，生产规模比值为0.5～2，则指数 n 的取值近似为1。

若已建类似项目或装置与拟建项目或装置的规模相差不大于50倍，且拟建项目生产规模的扩大仅靠增大设备规模来达到时，则 n 取值为0.6～0.7；若是靠增加相同规格设备的数量达到时，则 n 的取值为0.8～0.9。

生产能力指数法主要应用于拟建装置或项目与用来参考的已知装置或项目的规模不同的场合。采用这种方法，计算简单，速度快；但要求类似工程的资料可靠，条件基本相同，否则误差就会增大。生产能力指数法误差可控制在±20%以内，尽管估价误差较大，但有其独特的好处，即这种估算方法不需要详细的工程设计资料，只知道工艺流程及规模就可以；其次对于总承包工程而言，可作为估算的旁证，在总承包工程报价时，承包商大都采用这种方法估价。



案例 5-1

已知建设年产30万吨乙烯装置的投资额为60 000万元，现有一年产70万吨乙烯的装置，工程条件与上述装置类似，试估算该装置的投资额(生产能力指数 $n=0.6$，综合调整指数 $f=1.2$)。

【解】 拟建项目的投资额 $=60\ 000\times(70/30)^{0.6}\times1.2=119\ 707$(万元)

2）初步可行性研究阶段的投资估算

(1) 设备系数法。设备系数法是以拟建项目或装置的设备费用为基数，根据已建成的同类项目或装置的建筑安装工程费用和其他费用等占设备百分比，求出相应的建筑安装及其他有关费用，其总和即为项目或装置的投资。其计算公式为：

$$C=E(1+f_1P_1+f_2P_2+f_3P_3+L)+I \tag{5-3}$$

式中 C ——拟建项目或装置的投资额；

E ——根据拟建项目或装置的设备清单按当时当地价格计算的设备费用(包括运杂费用)的总和；

P_1、P_2、P_3——已建项目中建筑、安装及其他工程费用占设备费用百分比；

f_1、f_2、f_3——由于时间因素引起的定额、价格、费用标准等变化的综合调整系数；

I ——拟建项目的其他费用。

(2) 朗格系数法。朗格系数法是以设备费用为基础，乘以适当系数来推算项目的建设费用。其基本公式是：

$$C=E\left(1+\sum K_i\right)K_c \tag{5-4}$$

式中 C ——总建设费用；

E——主要设备费用；

K_i——管线、仪表、建筑物等项费用的估算系数；

K_c——包括管理费用、合同费用、应急费用等间接费用在内的总估算系数。

总建设费用与设备费用之比为朗格系数 K_L，即：

$$K_L=\left(1+\sum K_i\right)K_c \tag{5-5}$$

根据不同的项目，朗格系数有不同的取值。朗格系数法比较简单，但没有考虑设备规格、材质的差异，所以精确度不高，误差为10%～15%。

3）详细可行性研究阶段的投资估算

详细可行性研究阶段的投资估算是以拟建项目的方案设计为基础，资料比较齐全，投资估算精度可以达到±10%左右。该阶段的估算方法一般采用建设投资分类估算法进行。建设项目的投资分为固定资产投资和流动资产投资两部分。因此，建设项目投资的估算也包括固定资产投资估算和流动资产投资估算两部分，其中固定资产投资估算包括建筑安装工程费、设备及工器具购置费、工程建设其他费用、预备费、建设期贷款利息和固定资产投资方向调节税的估算。

（1）建筑工程费估算。建筑工程费是指为建造永久性建筑物和构筑物所需要的费用。建筑工程费的估算一般采用单位建筑工程投资估算法、单位实物工程量投资估算法和概算指标投资估算法。

① 单位建筑工程投资估算法。单位建筑工程投资估算法是以单位建筑工程量投资乘以建筑工程总量来估算建筑工程费的方法。一般工业与民用建筑以单位建筑面积（平方米）的投资，工业窑炉砌筑以单位容积（立方米）的投资，水库以水坝单位长度（米）的投资，铁路路基以单位长度（千米）的投资，矿山掘进以单位长度（米）的投资，乘以相应的建筑工程量计算建筑工程费。

② 单位实物工程量投资估算法。单位实物工程量投资估算法是以单位实物工程量投资乘以实物工程量总量来估算建筑工程费的方法。土石方工程按每立方米投资，矿井巷道衬砌工程每延米投资，路面铺设工程按每平方米投资，乘以相应的实物工程总量计算建筑工程费。

③ 概算指标投资估算法。概算指标投资估算法是按照建筑工程的土建工程、给排水工程等概算指标来估算建筑工程费。对于没有上述估算指标且建筑工程费占总投资比例较大的项目，可采用概算指标估算法。采用此种方法，应占有较为详细的工程资料、建筑资料价格和工程费用指标，投入的时间和工作量大。

（2）设备及工、器具购置费估算。设备及工、器具购置费包括设备购置费和工具、器具及生产家具购置费。设备购置费是指为建设项目购置或自制的达到固定资产标准的各种国产或进口设备购置费用。它由设备原价和设备运杂费构成。设备原价指国产设备或进口设备的原价。设备运杂费指除设备原价之外的关于设备采购、运输、途中包装及仓库保管等方面支出费用的总和。工具、器具及生产家具购置费，是指新建或扩建项目为正常生产必须购置的没有达到固定资产标准的设备、仪器、工具、器具、生产家具及备品备件等的购置费用。其计算方法可根据国务院各主管部门规定的办法执行。一般是按设备购置费的一定百分比计算。

（3）安装工程费估算。安装工程费一般包括各种需要安装的机电设备、专用设备、仪器仪表等设备的安装费，各专业工程的管道、管线、电缆等材料费和安装费，以及设备和管道的保温、绝缘、防腐等的材料费用和安装费。

投资估算中安装工程费通常是根据行业或专业机构发布的安装工程定额、取费标准进行估算。具体计算可按安装费费率、每吨设备安装费指标或每单位安装实物工程量费用指标进行估算，即：

$$安装工程费=设备原价\times安装费率 \tag{5-6}$$

$$安装工程费=设备吨位\times每吨安装费 \tag{5-7}$$

$$安装工程费=安装工程实物量\times安装费用指标 \tag{5-8}$$

(4) 工程建设其他费用估算。工程建设其他费用一般包括土地使用费、与项目建设有关的费用和与项目运营有关的费用三类。土地使用费一般包括土地使用权取得费用和土地征收及迁移补偿费用两部分，此部分估算要根据土地使用权的取得方式及建设用地原来的用途等多方面的因素综合估算。与项目建设有关的费用是指建设单位从项目筹建开始直至项目竣工验收合格或交付使用为止发生的项目建设管理费用。此部分按照国家相关部门或行业发布的收费标准，并参照当地类似工程相关费用的实际情况来估算。与项目运营有关的费用一般按照项目定员人数乘以费用指标估算。具体费用指标按照部门或行业的规定执行。

(5) 基本预备费估算。基本预备费是指为在项目实施中可能发生的难以预料的工程费用增加而事先预留的费用。基本预备费的估算一般是以建设项目的工程费用和工程建设其他费用之和为基础，乘以基本预备费率进行计算。基本预备费率的大小，应根据建设项目的设计阶段和具体的设计深度，以及在估算中所采用的各项估算指标与设计内容的贴近度、项目所属行业主管部门的具体规定确定。

基本预备费=(建安工程费+设备及工器具购置费+工程建设其他费)×基本预备费率 (5-9)

(6) 涨价预备费估算。涨价预备费是指针对建设项目在建设期间内由于材料、人工、设备等价格可能发生变化引起工程造价变化而事先预留的费用，亦称为价格变动不可预见费。涨价预备费的内容包括：人工、设备、材料、施工机械的价差费，建筑安装工程费及工程建设其他费用调整，利率、汇率调整等增加的费用。

涨价预备费一般根据国家规定的投资综合价格指数，按估算年份价格水平的投资额为基数，采用复利方法计算。计算公式为：

$$PF=\sum_{i=1}^{n} I_t\left[(1+f)^t-1\right] \tag{5-10}$$

式中 PF——涨价预备费；

n——建设期年；

I_t——第 t 年投资使用计划额，包括工程费用、工程建设其他费用及基本预备费；

f—— 建设期价格年均上涨率。

(7) 建设期贷款利息估算。建设期贷款利息是指项目建设开始到按设计规定的全部工程完工移交生产为止期间的贷款利息。

当贷款在年初一次性贷出时，建设期贷款利息按如下公式计算：

$$I=P(1+i)^n-P \tag{5-11}$$

式中 P——一次性贷款总额；

i——年利率；

n——计息期；

I——贷款利息。

当总贷款是分年均衡发放时，可按当年借款在当年年中支用考虑，即当年借款按半年计息，上年借款按全年计息。计算公式为：

$$q_j=(P_{j-1}+1/2A_j)i \tag{5-12}$$

式中 q_j——建设期第 j 年应计利息；

P_{j-1}——建设期第$(j-1)$年末贷款累计金额与利息累计金额之和；

A_j——建设期第 j 年贷款金额；

i——年利率。


案例 5-2

某新建项目，建设期 3 年，分年均衡进行贷款，第 1 年贷款 500 万元，第 2 年贷款 1 000 万元，第 3 年贷款 500 万元，年利率为 10%，建设期内利息只计息不支付，计算建设期贷款利息。

【解】 $q_1=(0+500/2)\times10\%=25$（万元）

$q_2=(500+25+1\,000/2)\times10\%=102.5$（万元）

$q_3=(500+25+1\,000+102.5+500/2)\times10\%=187.75$（万元）

建设期贷款利息$=25+102.5+187.75=315.25$（万元）

(8) 固定资产投资方向调节税估算。固定资产投资方向调节税是国家为了贯彻国家的产业政策，控制投资规模，引导投资方向，调节投资结构，而对建设单位和个人用各种资金安排的基本建设投资、更新改造投资和其他固定资产投资征收的一种特别税。征收投资方向调节税是国家进行宏观调控的重要经济手段之一。投资方向调节税根据项目投资的产业和规模实行差别税率。税率共分为 0%、5%、10%、15%、30%五档。

固定资产投资方向调节税以建设项目的工程费用、工程建设其他费用及预备费之和为基础(更新改造项目以建设项目的建筑工程费为基础)，根据国家适时发布的具体规定和税率计算。固定资产投资方向调节税现已暂停征收。

(9) 流动资产的投资估算。流动资金是指生产经营性项目投产后，为进行正常生产经营，用于购买原材料、燃料，支付工资及其他经营费用所需的周转资金。流动资金估算一般是参照现有同类企业的状况采用分项详细估算法，个别情况或者小型项目也可采用扩大指标法。

①分项详细估算法。对计算流动资金需要掌握的流动资产和流动负债这两类因素分别进行估算。在可行性研究中，为简化计算，仅对存货、现金、应收账款这三项流动资产和应付账款这项流动负债进行估算。

②扩大指标估算法。扩大指标估算法包括：按建设投资的一定比例估算、按经营成本的一定比例估算、按年销售收入的一定比例估算和按单位产量占用流动资金的比例估算等几种方法。

5.2.2 工程项目设计概算

1. 设计概算的含义

设计概算是由设计单位根据初步设计或扩大初步设计的图纸及说明，利用国家或地区颁发的概算指标、概算定额或综合指标预算定额、设备材料预算价格等资料，按照设计要求，概略地计算建筑物或构筑物造价的文件。其特点是编制工作较为简单，在精度上没有施工图预算准确。

2. 设计概算的内容

设计概算可分单位工程概算、单项工程综合概算和建设项目总概算三级。各级概算之间的关系如图 5.4 所示。

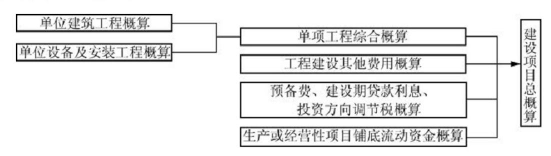


图 5.4 工程项目设计概算的编制内容及其相互关系

(1) 单位工程概算。单位工程概算是确定各单位工程建设费用的文件，是编制单项工程综合概算的依据，是单项工程综合概算的组成部分。单位工程概算按其工程性质分为建筑工程概算和设备及安装工程概算两大类。建筑工程概算包括土建工程概算，给排水、采暖工程概算，通风、空调工程概算，电气、照明工程概算，弱电工程概算，特殊构筑物工程概算等；设备及安装工程概算包括机械设备及安装工程概算，电气设备及安装工程概算，热力设备及安装工程概算，工具、器具及生产家具购置费概算等。

(2) 单项工程综合概算。单项工程综合概算是确定一个单项工程所需建设费用的文件，它是由单项工程中的各单位工程概算汇总编制而成的，是建设项目总概算的组成部分。单项工程综合概算的组成内容如图 5.5 所示。

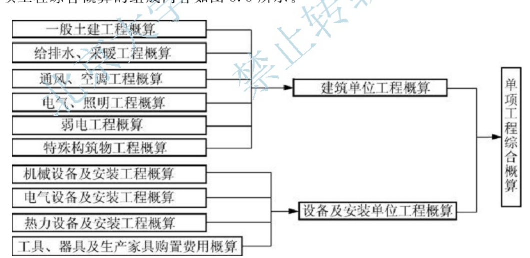


图 5.5 单项工程综合概算组成内容

(3) 建设项目总概算。建设项目总概算是确定整个建设项目从筹建到竣工验收所需全部费用的文件，它是由各单项工程综合概算、工程建设其他费用概算、预备费、建设期贷款利息概算汇总编制而成的。

3. 设计概算的编制依据

(1) 国家颁发的有关法律、法规、规章、规程等。

(2) 批准的可行性研究报告及投资估算、设计图纸等有关资料。

（3）有关部门颁布的现行概算定额、概算指标、费用定额等和建设项目设计概算编制办法。

（4）有关部门发布的人工、设备材料价格、造价指数等。

（5）建设地区的自然、技术、经济条件等资料。

（6）有关合同、协议等。

（7）其他有关资料。

4. 设计概算的编制方法

1）单位工程概算的编制方法

（1）建筑工程概算的编制方法。

① 概算定额法。它是采用概算定额编制建筑工程概算的方法，类似用预算定额编制建筑工程预算。它根据初步设计图纸资料和概算定额的项目划分计算出工程量，然后套用概算定额单价(基价)，计算汇总后，再计取有关费用，便可得出单位工程概算造价。

概算定额法适用于初步设计达到一定深度，建筑结构比较明确，能按照初步设计的平面、立面、剖面图纸计算出楼地面、墙身、门窗和屋面等扩大分项工程(或扩大结构构件)项目的工程量。

概算定额法编制设计概算的步骤如下。

a. 列出单位工程中分项工程或扩大分项工程的项目名称，并计算其工程量。

b. 确定各分部分项工程项目的概算定额单价。

c. 计算分部分项工程的直接工程费，合计得到单位工程直接工程费总和。

d. 按照有关规定标准计算措施费，合计得到单位工程直接费。

e. 按照一定的取费标准和计算基础计算间接费和利税。

f. 计算单位工程概算造价。

g. 计算单位建筑工程经济技术指标。

② 概算指标法。概算指标法是先用拟建工程的建筑面积(或体积)乘以技术条件相同或基本相同的工程的概算指标计算出拟建工程的直接工程费，然后再按规定计算出措施费、间接费、利润和税金等，最后将上述费用汇总编制得出拟建工程概算的方法。

概算指标法适用于初步设计深度不够，对一般附属、辅助、服务工程等项目及住宅、文化福利等项目或投资比较小、比较简单的工程项目，不能准确地计算出工程量，但工程设计采用的技术比较成熟而又有类似工程概算指标可以利用时，采用此法。

a. 当设计对象的结构特征符合概算指标的结构特征时，直接用概算指标编制。

b. 设计对象的结构特征与概算指标有局部差异时，用修正概算指标编制单位工程概算。

$$修正概算指标(元/m^2)=J+Q_1p_1-Q_2p_2 \tag{5-13}$$

式中 J——原概算指标；

Q_1——换入新结构的含量；

Q_2——换出旧结构的含量；

p_1——换入新结构的单价；

p_2——换出旧结构的单价。

或：

结构变化修正概算指标的人工、材料、机械数量=原概算指标的人工、材料、机械数量+换入结构工程量×相应定额人工、材料、机械消耗量−换出结构工程量×相应定额人工、材料、机械消耗量 (5-14)

以上两种方法，前者是直接修正结构件指标单价，后者是修正结构件指标人工、材料、机械数量。

c. 设备、人工、材料、机械台班费用的调整。

设备、人工、材料、机械修正概算费用=原概算指标的设备、人工、材料、机械费用$+\sum$(换入设备、人工、材料、机械数量×拟建地区相应单价)$-\sum$(换出设备、人工、材料、机械数量×原概算指标设备、人工、材料、机械单价)

(5-15)



案例 5-3

新建一住宅楼，建筑面积 3 600m²，按地区材料价差和概算指标算出单方造价为 750 元；其中：土建工程 671.00 元；给排水工程 21.00 元；电气安装 26.00 元；采暖工程 32.00 元。但新建住宅楼设计资料与概算指标相比，其结构构造有部分改变，需要对概算指标进行调整，变更和单价调整如表 5-2 所示，计算该工程概算造价。

表 5-2 建筑工程概算指标修正表(每 100m² 建筑面积)

序号	结构名称	单位	数量	单价/元	合价/元
换出部分					
1	带形毛石基础	m^3	18.00	145.57	2 620.26
2	砖砌外墙	m^3	11.36	148.00	2 009.58
3	外墙面砖	m^2	25.20	68.00	1 713.60
4	小 计				−6 343.44
换入部分					
1	带形钢筋混凝土基础	m^3	18.30	607.00	1 1108.10
2	砖砌外墙	m^3	9.21	162.00	1 492.02
3	钢筋混凝土柱	m^3	2.36	1200.00	2 832.00
4	外墙立邦漆	m^2	25.00	25.00	625.00
5	小 计				+1 6057.12

【解】 单位造价修正指数=671−6 343.44/100+16 057.12/100=768.14(元/m²)

该工程概算造价为：3 600m²×(768.14+21+26+32)=304.97(万元)

③ 类似工程预算法。类似工程预算法是利用技术条件与设计对象相类似的已完工程或在建工程的工程造价资料来编制拟建工程设计概算的方法。

类似工程预算法适用于拟建工程初步设计与已完工程或在建工程的设计相类似又没有可用的概算指标时采用，但必须对建筑结构差异和价差进行调整。建筑结构差异的调整方法与概算指标法的调整方法相同，类似工程造价的价差调整常用的两种方法如下。

a. 类似工程造价资料有具体的人工、材料、机械台班的用量时，可按类似工程预算造价资料中的主要材料用量、工日数量、机械台班用量乘以拟建工程所在地的主要材料预算价格、人工单价、机械台班单价，计算出直接工程费，再乘以当地的综合费率，即可得出所需的造价指标。

b. 类似工程造价资料只有人工、材料、机械台班费用和措施费、间接费时，可按下面公式调整：

$$D = A \times K \tag{5-16}$$

$$K = a\%K_1 + b\%K_2 + c\%K_3 + d\%K_4 + e\%K_5 \tag{5-17}$$

式中 D ——拟建工程单方概算造价；

A ——类似工程单方预算造价；

K ——综合调整系数；

$a\%$、$b\%$、$c\%$、$d\%$、$e\%$ ——类似工程预算的人工费、材料费、机械台班费、措施费、间接费占预算造价的比重；

K_1、K_2、K_3、K_4、K_5——拟建工程地区与类似工程预算造价在人工费、材料费、机械台班费、措施费和间接费之间的差异系数，如：K_1＝拟建工程概算的人工费(或工资标准)/类似工程预算人工费(或地区工资标准)，K_2、K_3、K_4、K_5 类同。



案例 5-4

某市 2008 年拟建住宅楼，建筑面积 6 500m^2。编制土建工程概算时，采用 2005 年建成的 6 000m^2 某类似住宅工程预算成本资料(表 5-3)。由于拟建住宅楼与已建成的类似住宅在结构上作了调整，拟建住宅每平方米建筑面积比类似住宅工程增加直接工程费 25 元。拟建新住宅工程所在地区的利润率为 7%，综合税率为 3.413%。试求：

(1) 计算类似住宅工程成本造价和平方米成本造价是多少？

(2) 用类似工程预算法编制拟建新住宅工程的概算造价和平方米造价是多少？

表 5-3　2005 年某住宅类似工程预算成本资料

序号	名称	单位	数量	2003 年单价/元	2006 年第一季度单价/元
1	人工	工日	37 908	13.5	20.3
2	钢筋	t	245	3 100	3 500
3	型钢	t	147	3 600	3 800
4	木材	m^3	220	580	630
5	水泥	t	1 221	400	390
6	砂子	m^3	2 863	35	32

续表

序号	名称	单位	数量	2003 年单价/元	2006 年第一季度单价/元
7	石子	m^3	2 778	60	65
8	红砖	千块	950	180	200
9	木门窗	m^2	1 171	120	150
10	其他材料	万元	18		调增系数 10%
11	机械台班费	万元	28		调增系数 10%
12	措施费占直接工程费比率			15%	17%
13	间接费率			16%	17%

【解】 (1) 求类似住宅工程成本造价和平方米成本造价。

类似住宅工程人工费＝37 908×13.5＝511 758(元)

类似住宅工程材料费＝245×3 100＋147×3 600＋220×580＋1 221×400＋2 863×35＋2 778×60＋950×180＋1 171×120＋180 000＝2 663 105(元)

类似住宅工程机械台班费＝280 000 元

类似住宅工程直接工程费＝人工费＋材料费＋机械台班费

＝511 758＋2 663 105＋280 000＝3 454 863(元)

措施费＝3 454 863×15%＝518 229(元)

则：直接费＝3 454 863＋518 229＝3 973 092(元)

间接费＝3 973 092×16%＝635 694(元)

所以，类似住宅工程的成本造价＝直接费＋间接费＝3 973 092＋635 694＝4 608 786(元)

类似住宅工程平方米成本造价＝4 608 786/6 000＝768.1(元/m2)

(2) 求拟建新住宅工程的概算造价和平方米造价。

① 求类似住宅工程各费用占其造价的百分比：

人工费占造价百分比＝511 758/4 608 786×100%＝11.10%

材料费占造价百分比＝2 663 105/4 608 786×100%＝57.78%

机械台班费占造价百分比＝280 000/4 608 786×100%＝6.08%

措施费占造价百分比＝518 229/4 608 786×100%＝11.24%

间接费占造价百分比＝635 694/4 608 786×100%＝13.79%

② 求拟建新住宅与类似住宅工程在各项费上的差异系数：

人工费差异系数(K_1)＝20.3/13.5＝1.5

材料费差异系数(K_2)＝(245×3 500＋147×3 800＋220×630＋1 221×390＋2 863×32＋2 778×65＋950×200＋1 171×150＋180 000×1.1)2 663 105＝1.08

机械台班费差异系数(K_3)＝1.07

措施费差异系数(K_4)＝17%×15% ＝1.13

间接费差异系数(K_5)＝17%×16% ＝1.06

③ 求综合调价系数(K)：

K＝11.10%×1.5＋57.78%×1.08＋6.08%×1.07＋11.24%×1.13＋13.79%×1.06＝1.129

④ 拟建新住宅平方米造价＝[768.1×1.129＋25×(1＋17%)×(1＋17%)]×(1＋7%)×(1＋3.413%)＝(867.18＋34.22)×(1＋7%)×(1＋3.413%)＝997.4(元/m^2)

⑤ 拟建新住宅总造价＝ 997.4×6 500 元＝6 483 100 元＝648.31(万元)

(2) 设备及安装单位工程概算的编制方法。设备及安装工程概算包括设备购置费用概算和设备安装工程费用概算两大部分。

① 设备购置费概算的编制方法。设备购置费是根据初步设计的设备清单计算出设备原价，并汇总求出设备总原价，然后按有关规定的设备运杂费率乘以设备总原价，两项相加即为设备购置费概算。

② 设备安装工程费概算的编制方法。

a. 预算单价法。当初步设计较深，有详细的设备清单时，可直接按安装工程预算定额单价编制设备安装工程概算。根据计算的设备安装工程量，乘以安装工程预算综合单价，经汇总求的。此法计算比较具体，精确度高。

b. 扩大单价法。当初步设计深度不够，设备清单不完备，或仅有成套设备重量时，可采用主体设备、成套设备的综合扩大安装单价来编制概算。

c. 综合吨位指标法。当初步设计提供的设备清单有规格和设备重量时，可采用此法。该法常用于设备价格波动较大的非标准设备和引进设备的安装工程概算。这种方法用公式表达为：

$$设备安装费=设备吨重\times每吨设备安装费指标(元/吨) \qquad (5\text{-}18)$$

d. 设备价值百分比法，又叫安装设备百分比法。当初步设计深度不够，只有设备出厂价而无详细规格、重量时，采用此法。该法常用于价格波动不大的定型产品和通用设备产品。这种方法用公式表达为：

$$设备安装费=设备原价\times安装费率(\%) \qquad (5\text{-}19)$$

2) 单项工程综合概算的编制

单项工程综合概算是确定单项工程建设费用的综合性文件，它是由该单项工程的各专业的单位工程概算汇总而成的，是建设项目总概算的组成部分。

单项工程综合概算文件一般包括以下内容。

(1) 编制说明。编制说明应列在综合概算表的前面，其内容主要有：①工程概况；②编制依据；③编制方法；④其他需要说明的有关问题。

(2) 综合概算表。综合概算表是根据单项工程所辖范围内的各单位工程概算等基础资料，按照国家或部委所规定统一表格进行编制。

① 综合概算表的项目组成。工业建设项目综合概算表由建筑工程和设备及安装工程两大部分组成；民用工程项目综合概算表就是建筑工程一项。

② 综合概算的费用组成。一般应包括建筑工程费用、安装工程费用、设备购置及工器具和生产家具购置费所组成。当不编制总概算时，还应包括工程建设其他费用、建设期贷款利息、预备费和固定资产方向调节税等费用项目。

3) 建设项目总概算的编制

建设项目总概算是设计文件的重要组成部分，是确定整个建设项目从筹建到竣工交付使用所预计花费的全部费用的文件。它是由各单项工程综合概算、工程建设其他费用、建设期贷款利息、预备费、固定资产投资方向调节税和经营性项目的铺底资金概算所组成，按照主管部门规定的统一表格进行编制而成的。

设计总概算文件一般应包括以下内容。

(1) 编制说明。

(2) 总概算表。

（3）工程建设其他费用概算表。

（4）单项工程综合概算表和建筑安装单位工程概算表。

（5）工程量计算表和工、料数量汇总表。

（6）分年度投资汇总表和分年度资金流量汇总表。

5.2.3　工程项目施工图预算

1. 施工图预算的含义

施工图预算是由设计单位在施工图设计完成后，根据施工图设计图纸、现行预算定额、费用定额及地区人工、材料、设备与机械台班等资源价格，在施工方案或施工组织设计已大致确定的前提下，按照规定的计算程序计算直接工程费、措施费，并计取间接费、利润、税金等费用，确定工程造价的文件。施工图预算有单位工程预算、单项工程预算和建设项目总预算。一般先以单位工程为对象编制单位工程施工图预算，再以此汇总形成单项工程施工图预算和建设项目总预算。

2. 施工图预算的编制依据

（1）国家、行业、地方政府发布的与工程计价有关的法律、法规或规定。与工程计价有关的法律、法规或规定对施工图预算的费用组成、费用计取方法、费率等进行了规定，是编制施工图预算的重要依据。

（2）经批准和会审的施工图设计文件及有关标准图集。

（3）施工组织设计。

（4）与施工图预算计价模式有关的计价依据。

（5）经批准的设计概算文件。

（6）招标文件。

（7）预算工作手册。

3. 施工图预算的编制方法

施工图预算由成本、利润和税金构成。其编制方法有工料单价法和综合单价法。工料单价法是传统计价模式采用的计价方式，综合单价法是工程量清单计价模式采用的计价方式。

1）工料单价法

工料单价法是指分部分项工程单价为直接工程费用单价，以分部分项工程量乘以对应分部分项工程单价后的合计为单位工程直接工程费用。直接工程费用汇总后另加措施费用、间接费用、利润、税金得到单位工程施工图预算造价。

按照分部分项工程单价产生方法的不同，工料单价法又可以分为预算单价法和实物法。

（1）预算单价法。预算单价法是用地区统一单位估价表中的各分项工程工料预算单价乘以相应的各分项工程的工程量，求和后得到包括人工费用、材料费用和机械使用费用在内的单位工程直接工程费用。措施费用、间接费用、利润和税金可根据统一规定的费用率乘以相应的计费基数得到，将上述费用汇总后得到该单位工程的施工图预算造价。

预算单价法编制施工图预算的基本步骤如下。

① 编制前的准备工作。

② 熟悉图纸和预算定额及单位估价表。

③ 了解施工组织设计和施工现场情况。

④ 划分工程项目和计算工程量。划分的工程项目必须和定额规定的项目一致，这样才能正确地套用定额。不能重复列项计算，也不能漏项少算。

⑤ 套单价。

⑥ 工料分析。

⑦ 计算主材费。

⑧ 按费用定额取费。

⑨ 计算汇总工程造价。

（2）实物法。实物法是指根据施工图计算的各分项工程量分别乘以地区定额中人工、材料、施工机械台班消耗量，分类汇总得出该单位工程所需的全部人工、材料、施工机械台班消耗数量，然后再乘以当时当地的人工工日单价、各种材料单价、施工机械台班单价，求出相应的人工费、材料费、机械使用费，再按照费用计取方法计算措施费用、间接费用、利润和税金等，汇总得到单位工程费用。

实物法中单位工程直接工程费用的计算公式为：

$$人工费=综合工日消耗量\times综合工日单价 \tag{5-20}$$

$$材料费=\Sigma(各种材料的消耗量\times相应材料单价) \tag{5-21}$$

$$机械费=\Sigma(各种机械消耗量\times相应机械台班单价) \tag{5-22}$$

$$单位工程直接工程费=人工费+材料费+机械费 \tag{5-23}$$

实物法的优点是能比较及时地将各种材料、人工、机械的当时当地市场单价计入预算价格，不需调价，反映当时当地的工程价格水平。

实物法编制施工图预算的基本步骤如下。

① 编制前的准备工作。

② 熟悉图纸和预算定额。

③ 了解施工组织设计和施工现场情况。

④ 划分工程项目和计算工程量。

⑤ 套用定额消耗量，计算人工、材料、机械台班消耗量。

⑥ 计算并汇总单位工程的人工费、材料费、施工机械台班费。

⑦ 计算其他费用，汇总工程单价。

2）综合单价法

综合单价法是指分项工程单价综合了直接工程费及以外的多项费用，按照单价综合的内容不同，综合单价法可分为全费用综合单价和清单综合单价。

（1）全费用综合单价。全费用综合单价，即单价中综合了分项工程人工费、材料费、机械费、管理费、利润、规费，以及有关文件规定的调价、税金及一定范围的风险等全部费用。以各分项工程量乘以全费用单价的合价汇总后，再加上措施项目的完全价格，就生成了单位工程施工图造价。

（2）清单综合单价。分部分项工程清单综合单价中综合了人工费、材料费、施工机械使用费、管理费、利润，并考虑了一定范围的风险费用，但并未包括措施费、规费和税

金，因此它是一种不完全单价。以各分部分项工程量乘以该综合单价的合价汇总后，再加上措施项目费、规费和税金后，即为单位工程的造价。



案例 5-5

某住宅楼工程直接费为650万元，措施费为直接工程费的5%，间接费为直接费的9%，利润为直接费和间接费的4%，税金按规定计取，税金率取3.41%。计算该工程的建安工程造价。

【解】 列表计算该工程的建安工程造价，计算过程见表5-4。

表5-4 某住宅楼工程的建安工程造价计算表

序号	费用项目	计算结果/万元	备注
1	直接工程费	650	
2	措施费	650×5%=32.5	
3	直接费小计	650+32.5=682.5	
4	间接费	682.5×9%=61.425	
5	利润	(682.5+61.425)×4%=29.757	
6	合计	682.5+61.425+29.757=773.682	
7	含税造价	773.682×(1+3.41%)=800.064	

5.3 工程项目费用计划

工程项目费用计划是指对工程项目所需费用总额作出合理估计的前提下，为了确定项目实际执行情况的基准而把整个估算分配到各个工作单元上去。工程项目费用计划是工程项目建设全过程中进行费用控制的基本依据。因此，费用计划确定得是否合理，将直接关系到费用控制工作能否有效进行，费用控制能否达到预期的目标。

5.3.1 费用计划的编制原则

1. 从实际情况出发的原则

编制项目费用计划要严格遵守国家的财经政策，严格遵守成本开支范围，严格遵守成本计算规定。要结合工程项目特点，确定合理的施工程序与进度，科学地选择施工机械，优化人力资源管理，采用合理的方法和程序核算各项费用。要从企业的实际情况出发，充分挖掘企业内部潜力，使降低成本指标既积极可靠，又切实可行。

2. 与其他计划结合的原则

编制项目费用计划，必须与施工项目的其他各项计划如施工组织设计、工程质量、资源配置计划等相匹配，保持平衡。施工组织设计能够协调施工单位之间、单项工程之间、

资源使用时间和资金投入时间的关系，有利于保证工期、保障质量、优化投资的整体目标的实现。施工项目管理部门要注意优化施工方案，合理组织施工；优化资源配置；提高项目管理班子素质，节约施工管理费用等。同时要避免为降低成本而偷工减料，忽视质量，片面增加劳动强度，忽视安全生产，忽视文明施工等。另一方面，上述各项计划的确定，又影响着费用计划，都应考虑适应降低成本的要求，而不能单纯考虑每一种计划本身的需要。

3. 考虑多种风险因素

编制费用计划，应考虑项目实施过程中出现的各种风险因素对于资金使用计划的影响。例如，设计变更与工程量的调整，施工条件变化，有关施工政策规定的变化，建筑材料价格变化，不可抗力自然灾害，多方面因素造成实际工期变化等。

5.3.2 费用计划编制依据

1. 费用估算

费用估算是根据项目资源计划及各种资源的价格信息，粗略地估算和确定项目各项活动的费用及其项目总费用的项目管理活动。费用估算是编制费用计划的基础。项目费用计划中设置的单元目标要依据合理的费用估算，这样费用计划才能实现，同时还能在一定程度上激发项目执行者的进取心。

2. 工作分解结构

工作分解结构不仅是编制费用估算的依据，也是编制费用计划的重要依据。

3. 项目进度计划

项目费用计划与项目进度计划的编制、进度目标的确定是紧密相关的。如果费用计划不依据进度计划制定，就会导致资金筹措不及时而影响进度，或资金筹措过早而增加利息支出。

4. 其他资料

如人工费用、材料费用、机械使用费用的市场价格，以往同类项目费用计划的实际执行情况及有关技术经济指标完成情况的分析资料，施工组织设计资料，承包合同及有关资料，这些都会影响到项目费用计划的编制。

5.3.3 费用计划的编制方法

编制项目费用计划主要是对项目费用目标分解。根据费用控制目标和要求的不同，费用目标分解可以分为按费用构成分解、按子项目分解、按时间进度分解三种类型。

1. 按费用构成分解

工程项目的费用主要分为建筑安装工程费用、设备工器具购置费用及工程建设其他费用。由于建筑工程和安装工程在性质上存在着较大差异，费用的计算方法和标准也不尽相

同。因此，在实际操作中往往将建筑工程费用和安装工程费用分解开来。

2. 按子项目分解

大中型的工程项目通常由若干个单项工程构成，而每个单项工程包括了多个单位工程，每个单位工程又是由若干个分部分项工程构成，因此，首先要把项目总费用分解到单项工程和单位工程中。一般来说，由于费用估算大都是按单项工程和单位工程来编制的，所以将项目总费用分解到各单项工程和单位工程是比较容易办到的。

3. 按时间进度分解

工程项目的费用总是分阶段、分期支出的，资金应用是否合理与资金的时间安排有密切关系。为了编制项目费用计划，并据此筹措资金，尽可能减少资金占用和利息支出，有必要将项目总费用按其使用时间进行分解。

编制按时间进度的费用计划，通常可利用控制项目进度的网络图进一步扩充而得。利用网络图控制投资，即要求在拟定工程项目的执行计划时，一方面确定完成各项工作所需花费的时间，另一方面同时确定完成这一工作合适的费用支出计划。

通过对项目费用目标按时间进行分解，在网络计划基础上，可获得项目进度计划的横道图，并在此基础上编制费用计划。其表示方法有两种：一种是在总体控制时标网络图上表示；另一种是利用时间—费用曲线(S形曲线)表示。这里我们主要介绍时间—费用曲线(S形曲线)。

时间—费用累计曲线的绘制步骤如下。

（1）确定工程建设项目进度计划，编制进度计划的横道图。

（2）根据每单位时间内完成的实物工程量或投入的人力、物力和财力，计算单位时间的费用，在时标网络图上按时编制费用支出计划，如图5.6所示。

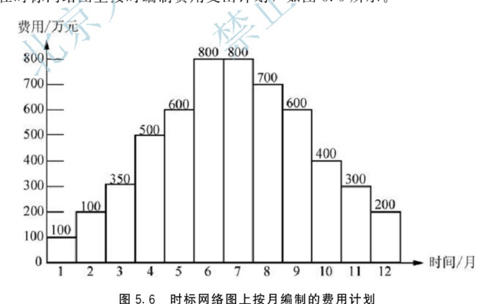


图5.6 时标网络图上按月编制的费用计划

（3）计算规定时间 t 计划累计完成的费用，其计算方法为：

$$Q_t = \sum_{n=1}^{t} q_n \tag{5-24}$$

式中 Q_t ——某时间 t 计划累计支出费用；

q_n ——单位时间 n 的计划支出费用；

t ——某一规定的计划时刻。

（4）按各规定时间的 Q_t 值，绘制 S 形曲线，如图 5.7 所示。

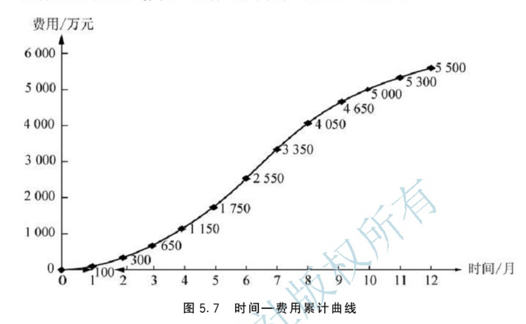


图 5.7　时间—费用累计曲线

每一条 S 形曲线都对应某一特定的工程进度计划。但项目的 S 形曲线只会落在全部活动都按最早开始时间开始和全部活动都按最迟必须开始时间开始的曲线所组成的“香蕉图”内。一般而言，若所有活动都按最迟开始时间开始，对节约业主的贷款利息是有利的，但同时也降低了项目按期竣工的保证率，因此应根据得出的 S 形曲线合理安排费用计划。

这三种编制费用计划的方法并不是相互独立的。在实践中，往往是将这几种方法结合起来使用，从而达到扬长避短的效果。

5.4 工程项目费用控制

费用控制是工程项目费用管理的核心部分。工程项目的费用控制不仅是对项目建设全过程中发生的费用的监控和对大量费用数据的收集，更重要的是对各类费用数据进行正确分析并及时采取有效措施，从而达到将项目最终发生的费用控制在目标范围之内的目的。

5.4.1 费用控制的依据

1. 费用计划

费用控制的目的就是实现费用计划的目标，因此，费用计划是费用控制的基础。

2. 进度报告

进度报告提供了每一时刻工程实际完成量，工程费用实际支付情况等重要信息。费用控制工作正是通过实际情况与费用计划相比较，找出二者之间的差别，分析偏差产生的原

因，从而采取措施改进以后的工作。

3. 工程变更

在项目的实施过程中，由于各方面的原因，工程变更是很难避免的。一旦出现变更，工程量、工期、费用都必将发生变化，从而使得费用控制工作变得更加复杂和困难。

因此，管理人员应当通过对变更要求中各类数据的计算、分析，随时掌握变更情况，包括已发生工程量、将要发生工程量、工期是否拖延、支付情况等重要信息，判断变更及变更引起的索赔是否合理等。

4. 费用管理计划

费用管理计划是关于如何管理项目费用计划文件，其中提供了处理各种费用偏差的方法，为管理者处理有关问题提供参考，是项目费用控制工作的一份十分重要的依据文件。

5.4.2 费用控制的步骤

1. 检查

检查是指对工程的进展及费用的使用情况进行跟踪和检查，及时了解实情并发现问题。

2. 比较

将费用计划值与实际值按照某种确定的方式逐项进行比较，以发现费用是否已超支。

3. 分析

在比较的基础上，对比较的结果进行分析，以确定偏差的严重性及偏差产生的原因。这一步是费用控制工作的核心，其主要目的在于找出产生偏差的原因，从而采取有针对性的措施，减少或避免相同原因的再次发生或减少由此造成的损失。

4. 预测

根据项目实施情况与变化趋势，估算整个项目完成时的费用。预测的目的在于为资金准备和决策提供支持。

5. 纠偏

当工程项目的实际费用出现了偏差，应当根据工程的具体情况、偏差分析和预测的结果，采取适当的措施，以期达到使费用偏差尽可能小的目的。纠偏是费用控制中最具实质性的一步。只有通过纠偏，才能最终达到有效控制费用的目的。

6. 再检查

它是指对工程的进展及费用使用情况进行跟踪和检查，及时了解工程进展状况以及纠偏措施的执行情况和效果，为今后的工作积累经验。

5.4.3 费用控制的方法

1. 费用比较方法——赢得值(挣值)法

赢得值法(Earned Value Management，EVM)作为一项先进的项目管理技术，最初是美国国防部于1967年首次确立的。到目前为止国际上先进的工程公司已普遍采用赢得值法进行工程项目的费用、进度综合分析控制。用赢得值法进行费用、进度综合分析控制，基本参数有三项，即计划工作预算费用、已完工作预算费用、已完工作实际费用。

1) 赢得值法的三个基本参数

(1) 计划工作预算费用。计划工作预算费用，简称BCWS(Budgeted Cost for Work Scheduled)，即根据进度计划，在某一给定时间内应当完成的工作(或部分工作)，以预算为标准所需要的资金总额。

计划工作预算费用(BCWS)＝计划工作量×预算单价　　(5-25)

(2) 已完工作预算费用。已完工作预算费用为BCWP(Budgeted Cost for Work Performed)，是指在某一给定时间内已经完成的工作(或部分工作)，以批准认可的预算为标准所需要的资金总额。

已完工作预算费用(BCWP)＝已完成工作量×预算(计划)单价　　(5-26)

(3) 已完工作实际费用。已完工作实际费用，简称ACWP(Actual Cost for Work Performed)，是指在某一给定时间内已完成的工作(或部分工作)所实际花费的总金额。

已完工作实际费用(ACWP)＝已完成工作量×实际单价　　(5-27)

2) 赢得值法的四个评价指标

在这三个基本参数的基础上，可以确定赢得值法的四个评价指标，它们也都是时间的函数。

(1) 费用偏差 CV (Cost Varlance)。

费用偏差(CV)＝已完工作预算费用(BCWP)－已完工作实际费用(ACWP)　(5-28)

当费用偏差 CV 为负值时，即表示项目运行超出预算费用；当费用偏差 CV 为正值时，表示项目运行节支，实际费用没有超出预算费用；当费用偏差 CV 为0时，表示实际费用与预算费用一致。

(2) 进度偏差 SV(Schedule Variance)。

进度偏差(SV)＝已完工作预算费用(BCWP)－计划工作预算费用(BCWS)　(5-29)

当进度偏差 SV 为负值时，表示进度延误，即实际进度落后于计划进度；当进度偏差 SV 为正值时，表示进度提前，即实际进度快于计划进度；当进度偏差 SV 为零时，表示实际进度与计划进度一致。

(3) 费用绩效指数(CPI)。

费用绩效指数(CPI)＝已完工作预算费用(BCWP)/已完工作实际费用(ACWP)　　(5-30)

当费用绩效指数(CPI)＜1时，表示超支，即实际费用高于预算费用；当费用绩效指数(CPI)＞1时，表示节支，即实际费用低于预算费用；当费用绩效指数(CPI)＝1时，表示实际费用与预算费用一致。

（4）进度绩效指数(SPI)。

进度绩效指数(SPI)＝已完工作预算费用(BCWP)/计划工作预算费用(BCWS)　　(5-31)

当进度绩效指数(SPI)＜1时，表示进度延误，即实际进度比计划进度拖后；当进度绩效指数(SPI)＞1时，表示进度提前，即实际进度比计划进度快；当进度绩效指数(SPI)＝1时，表示实际进度与计划进度一致。

费用(进度)偏差反映的是绝对偏差，结果很直观，有助于费用管理人员了解项目费用出现偏差的绝对数额，并依此采取一定措施，制定或调整费用支出计划和资金筹措计划。但是，绝对偏差有其不容忽视的局限性。如同样是10万元的费用偏差，对于总费用1 000万元的项目和总费用10亿元的项目而言，其严重性显然是不同的。因此，费用(进度)偏差仅适合于对同一项目作偏差分析。费用(进度)绩效指数反映的是相对偏差，它不受项目层次的限制，也不受项目实施时间的限制，因而在同一项目和不同项目比较中均可采用。

在项目的费用、进度综合控制中引入赢得值法，可以克服过去进度、费用分开控制的缺点，即当我们发现费用低于预算时，也很难立即知道是由于费用节省，还是由于进度拖延。相反，当我们发现费用超支时，很难立即知道是由于费用超出预算，还是由于进度提前。而引入赢得值法即可定量地判断进度、费用的执行效果。

2. 偏差分析的方法

偏差分析可采用不同的方法，常用的有横道图法、表格法和曲线法。

1）横道图法

用横道图法进行偏差分析，是用不同的横道标识计划工作预算费用、已完工作预算费用和已完工作实际费用，横道的长度与其金额成正比例。图5.8是用横道图法比较并分析偏差的一个例子。

项目编码	项目名称	费用参数数额/万元	费用偏差/万元	进度偏差/万元	偏差原因
041	木门窗安装	30 30 30	0	0	
042	钢门窗安装	40 30 50	-10	10	
042	铝合金门窗安装	40 30 50	-10	0	
	......				
		10 20 30 40 50 60 70			
合计		110 100 130	-20	10	
		100 200 300 400 500 600 700			

其中：已完工作实际费用　计划工作预算费用　已完工作预算费用

图5.8　横道图法表示的费用偏差分析

横道图法具有形象、直观、一目了然等优点，它能够准确表达出费用的绝对偏差，而

且能一眼感受到偏差的严重性。但是，这种方法反映的信息量少，一般在项目的较高管理层应用。

2）表格法

表格法是进行偏差分析最常用的一种方法。它将项目编号、名称、各费用参数及费用偏差数综合归纳入一张表格中，并且直接在表格中进行比较。由于各偏差参数都在表中列出，使得费用管理者能够综合地了解并处理这些数据。

用表格法进行偏差分析具有如下优点。

（1）灵活、适用性强。可根据实际需要设计表格，增减项目。

（2）信息量大。可以反映偏差分析所需的资料，从而有利于费用控制人员及时采取针对性措施，加强控制。

（3）表格处理可借助于计算机，从而节约大量数据处理所需的人力，并大大提高速度。

表 5-5　费用偏差分析表

项目编码	（1）	041	042	043
项目名称	（2）	木门窗安装	钢门窗安装	铝合金门窗安装
单位	（3）			
预算单价	（4）			
计划工作量	（5）			
计划工作预算费用	（6）＝(4)×(5)	30	30	40
已完工作量	（7）			
已完工作预算费用	（8）＝(4)×(7)	30	40	40
实际单价	（9）			
其他款项	（10）			
已完工作实际费用	（11）＝(7)×(9)＋(10)	30	50	50
费用局部偏差	（12）＝(8)－(11)	0	－10	－10
费用绩效指数	（13）＝(8)÷(11)	1	0.8	0.8
费用累计偏差	（14）＝∑(12)	－20		
进度局部偏差	（15）＝(8)－(6)	0	10	0
进度绩效指数	（16）＝(8)÷(6)	1	1.33	1
进度累计偏差	（17）＝∑(15)	10		

3）曲线法

在项目实施过程中，以上三个参数可以形成三条曲线，即计划工作预算费用(BCWS)、已完工作预算费用(BCWP)、已完工作实际费用(ACWP)曲线，如图 5.9 所示。

图中：CV＝BCWP－ACWP，由于两项参数均以已完工作为计算基准，所以两项参数之差，反映项目进展的费用偏差。

SV＝BCWP－BCWS，由于两项参数均以预算值(计划值)作为计算基准，所以两者之差，反映项目进展的进度偏差。

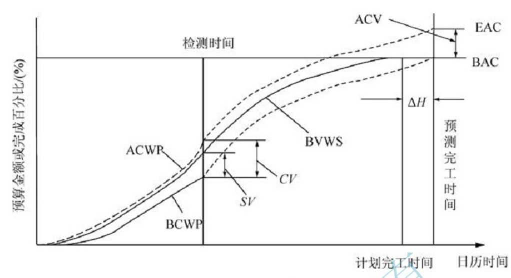


图 5.9 三种费用参数曲线

采用赢得值法进行费用、进度综合控制，还可以根据当前的进度、费用偏差情况，通过原因分析，对趋势进行预测，预测项目结束时的进度、费用情况。图中：

BAC(budget at completion)——项目完工预算，指编计划时预计的项目完工费用。

EAC(estimate at cornpletion)——预测的项目完工估算，指计划执行过程中根据当前的进度、费用偏差情况预测的项目完工总费用。

VAC (variance completion at)——预测项目完工时的费用偏差：

$$VAC = BAC - EAC \tag{5-32}$$

案例 5－6

某工程计划进度与实际进度如表 5－6 所示。表中实线表示计划进度(计划进度线上方的数据为每周计划费用)，虚线表示实际进度(实际进度上方的数据为每周实际费用)。假定各分项工程每周计划进度与实际进度均为匀速进度，而且各分项工程实际完成总工程与计划完成总工作量相等。

表 5－6 工程计划进度与实际进度表　　单位：万元

<table>
<tr><th rowspan="2">分项工程</th><th colspan="12">计划进度与实际进度/周</th></tr>
<tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr>
<tr><td rowspan="2">A</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B</td><td rowspan="2"></td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>9</td><td>8</td></tr>
<tr><td rowspan="2">D</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">E</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>3</td></tr>
</table>

问题：(1)计算费用数据，并将结果填入表 5－7。

(2) 分析第 6 周末和第 10 周末的费用偏差和进度偏差。

表 5－7　费用数据表　　　　单位：万元

项　　目	费用数据											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
每周拟完工作预算费用												
拟完工作预算费用累计												
每周已完工作实际费用												
已完工作实际费用累计												
每周已完工作预算费用												
已完工作预算费用累计												

【解】　(1) 计算数据见表 5－8。

表 5－8　费用数据表　　　　单位：万元

项　　目	费用数据											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
每周拟完工作预算费用	5	9	9	13	13	18	14	8	8	3		
拟完工作预算费用累计	5	14	23	36	49	67	81	89	97	100		
每周已完工作实际费用	5	5	9	4	4	12	15	11	11	8	8	3
已完工作实际费用累计	5	10	19	23	27	39	54	65	76	84	92	95
每周已完工作预算费用	5	5	9	4	4	13	17	13	13	7	7	3
已完工作预算费用累计	5	10	19	23	27	40	57	70	83	90	97	100

(2) 第 6 周末和第 10 周末的费用偏差和进度偏差如下。

第 6 周末费用偏差＝40－39＝1(万元)

第 6 周末进度偏差＝40－67＝－27(万元)

第 10 周末费用偏差＝90－84＝6(万元)

第 10 周末进度偏差＝90－100＝－10(万元)

5.4.4　偏差原因分析

偏差分析的一个重要目的就是要找出引起偏差的原因，从而有可能采取有针对性的措施，减少或避免相同原因的再次发生。在进行偏差原因分析时，首先应当将已经导致和可能导致偏差的各种原因一一列举出来。导致不同工程建设项目产生费用偏差的原因具有一定的共性，因而可以通过对已建项目的费用偏差原因进行归纳、结总，为项目采用预防措施提供依据。产生费用偏差常见的原因如图 5.10 所示。

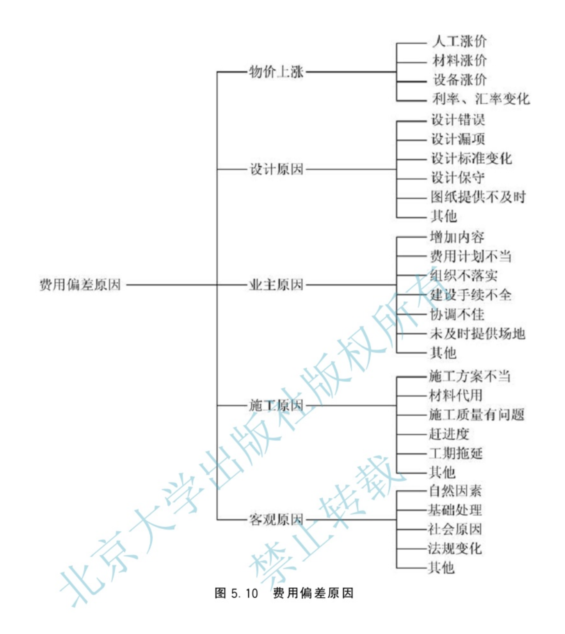


图 5.10 费用偏差原因

5.4.5 设计阶段费用控制

1. 设计阶段费用控制的目标

工程设计阶段是决定费用控制目标的关键阶段，是正确处理技术与经济关系、确定和控制建设项目投资的关键环节。工程设计是否经济合理，对控制建设项目费用具有十分重要的意义。

按照中国现行规定，建设项目工程设计应严格按审定的可行性研究报告确定内容进行，不得任意改变已经审定的可行性研究报告中确定的建设规模、建设方案、建设标准及投资控制总额。也就是说，已经审定的建设项目可行性研究报告投资估算是工程设计的费用控制目标。

建设项目工程设计阶段是分阶段进行的。一般工业与民用建筑项目的工程设计，按初步设计和施工图设计两个阶段进行。某些特大建设项目或某些技术复杂又缺乏设计经验的建设项目，也可按初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段进行，并分阶段相应地形成

工程设计图纸和初步设计概算总投资、修正概算总投资、施工图预算总投资等工程设计文件。经过审定的初步设计阶段总投资是建设项目投资控制的最高限额，经审查核准的施工图预算就是工程招标发包、合同结算、竣工决算的投资控制目标。在市场经济条件下，建设项目的设计规模、建设标准、工艺装备水平，必须与建设项目出资人的投资能力相适应。一个优秀的工程设计，不仅使建设项目能得到合理使用和有效控制，而且对建设项目的质量控制和工期控制及项目建成后生产运营效益都将起决定性作用。

2. 设计阶段费用控制的主要措施

1）优选方案和工程设计单位

建设项目工尺功能设计的质量水平，对建设项目投资控制有决定性的影响。通常采用方案设计竞选和工程设计招标的方式来获得优秀的方案设计和选择优秀的工程设计单位，其目的是促使工程设计单位为实现确定的建设项目功能目标、质量目标、工期控制目标、费用控制目标和效益目标，采用先进技术、降低工程造价、提高投资效益。

2）优化设计方案

在工程设计进行过程中，进行多方案经济比选，从中选择既能满足建设项目功能需要，又能降低工程造价的工程设计方案是工程设计阶段投资控制的重要措施。

3）推广标准化设计

标准化设计又称通用设计，它是按照共性和通用条件编制，按规定程序批准的，是经过长期论证和实践得到的成熟设计，已经被设计界广泛采用。它是工程建设标准化的组成部分。各种工程建设的构成、配件、零部件、通用的建筑物、公用设施等，只要有条件的，都应该实施标准化设计。

广泛采用标准化设计，可以节约设计成本，大大加快设计出图速度，缩短设计周期；采用标准构件有利于构配件的批量生产，大幅度降低成本；可以使施工准备和构件制作时间提前，大大加快施工进度，既有利于保证施工质量，又能降低工程造价，为工程项目早日投入使用创造良好的经济效益提供保证。

4）推行限额设计

限额设计的基本含义是根据已审定的可行性研究及其投资估算来控制初步设计，根据审定初步设计来控制施工图设计。限额设计还有一层含义，是将工程设计投资控制总额按单项工程、单位工程、分项分部工程，或按专业进行细分，在保证达到使用功能的前提下，按照分配的投资(造价)限额来进行设计，以保证建设项目总投资控制在限额之内。

5）严格审查初步设计概算和施工图预算

审查初步设计概算和施工图预算的目的：一是促进程设计单位严格执行概、预算编制的有关规定和费用标准，提高概、预算编制的质量和水平，提高工程设计的技术先进性和经济合理性；二是努力做到概、预算准确、完整，防止出现缺项、漏项，合理分配费用，加强费用计划管理。

初步设计概算审查的主要内容包括：①初步设计概算编制的依据；②初步设计概算编制深度；③初步设计概算编制的范围；④初步设计概算的完整性和概算编制的合理性。

施工图预算审查的主要内容包括：①施工工程划分的合理性；②工程量清单，包括工程量清单的合规性、完整性和准确性；③设备材料预算价格；④有关项目费用及其计算。

加强施工图预算的审查，有利于工程造价的控制，克服和防止预算超概算。

5.4.6 施工阶段的费用控制

在合同环境下，对工程项目业主来说，施工阶段的费用控制主要环节是工程与价款支付控制、工程变更引起的费用的控制、费用索赔控制和价格调整的控制等。

1. 工程价款结算

所谓工程价款结算，是指承包商在工程实施过程中，依据承包合同中有关付款条款的规定和已经完成的工程量，并按照规定的程序向业主收取工程款的一项经济活动。

工程结算是工程项目承包中的一项十分重要的工作。工程结算是反映工程进度的主要指标。在施工过程中，工程结算的依据之一就是按照已完的工程进行结算，根据累计已结算的工程价款占合同总价款的比例，能够近似反映出工程的进度情况。工程结算是加速资金周转的重要环节。施工单位尽快尽早地结算工程款，有利于偿还债务，有利于资金回笼，降低内部运营成本。通过加速资金周转，提高资金的使用效率。工程结算是考核经济效益的重要指标。对于施工单位而言，只有工程款如数结清，才意味着避免了经营风险，施工单位也才能够获得相应的利润，进而达到良好的经济效益。

1） 工程价款结算的主要方式

（1） 按月结算。按月结算即实行按月支付进度款，竣工后清算的办法。合同工期在两个年度以上的工程，在年终进行工程盘点，办理年度结算。

（2） 竣工后一次结算。建设项目或单项工程全部建筑安装工程建设期在 12 个月以内，或者工程承包合同价值在 100 万元以下，可以实行工程价款每月月中预支，竣工后一次结算的方式。

（3） 分段结算。即当年开工、当年不能竣工的工程按照工程形象进度，划分不同阶段支付工程进度款。具体划分应在合同中明确。分段结算可以按月预支工程款。

2） 工程预付款(预付备料款)

施工企业承包工程，一般都实行包工包料，这就需要有一定数量的备料周转金。在工程承包合同条款中，一般要明文规定发包人在开工前拨付给承包人一定限额的工程预付款。预付款是发包人为解决承包人在施工准备阶段资金周转问题提供的协助。此预付款用于施工企业为该工程储备主要材料、结构件所需的周转金。

（1） 工程预付款的支付时间。按照《建设工程价款结算暂行办法》的规定，在具备施工条件的前提下，发包人应在双方签订合同后的一个月内或不迟于约定的开工日期前的 7 天内预付工程款，发包人不按约定预付，承包人应在预付时间到期后 10 天内向发包人发出要求预付的通知，发包人收到通知后仍不按要求预付，承包人可在发出通知 14 天后停止施工，发包人应从约定应付之日起向承包人支付应付款的利息(利率按同期银行贷款利率计)，并承担违约责任。

（2） 工程预付款的数额。预付款的额度由合同双方商定，在合同中明确预付备料款计算的理论公式：

工程预付款＝合同金额×工程预付款额度　　(5-33)



$$工程预付款=\frac{年度承包工程价\times 主要材料比重}{年度施工天}\times 材料储备天数 \quad (5\text{-}34)$$

工程预付款额度，各地区、各部门的规定不完全相同，主要是保证施工所需材料和构件的正常储备。发包人可以根据工程的特点、工期长短、市场行情、供求规律等因素，招标时在合同条件中约定工程预付款的百分比。一般是根据施工工期、建安工作量、主要材料和构件费用占建安工作量的比例以及材料储备周期等因素经测算来确定。

包工包料的工程，原则上预付比例不低于合同金额(扣除暂列金额)的10%，不高于合同金额(扣除暂列金额)的30%，对重大工程项目，按年度工程计划逐年预付。实行工程量清单计价的工程，实体性消耗和非实体性消耗部分应在合同中分别约定预付款比例(或金额)。对于只包工不包料的工程项目，则可以不预付备料款。

(3) 工程预付款的扣回。发包单位拨付给承包单位的备料款属于预支性质，随着工程的实施所需主要材料的储备会逐步减少，预付款应以抵充工程价款的方式陆续扣回，扣回的方法由双方在合同中约定。常见的预付款扣回方法有以下两种。

① 发包人和承包人通过洽商用合同的形式予以确定，可采用等比率或等额扣款的方式。

② 当未完工程尚需的主要材料及构件费等于预付款数额时起扣，从每次结算工程价中，按材料费比重扣抵工程价款，竣工前全部扣清。其基本公式是：

$$T=P-\frac{M}{N} \quad (5\text{-}35)$$

式中 T——起扣点，即预付备料款开始扣回时的累计完成工作量金额；

M——预付备料款限额；

N——主要材料、构件费所占比重；

P——承包工程价款总额。

在实际经济活动中，情况比较复杂，也可针对工程实际情况具体处理，如工期短、造价低的工程无须分期扣回。有些工程工期较长，如跨年度工程，工程预付款可以不扣或少扣，并于次年按应付工程预付款进行调整，多退少补。将未扣回部分，转入次年，直到竣工年度全部扣回。


案例 5-7

某工程合同金额200万元，合同工期5个月，预付备料款30万元，主材费所占比重60%，每月完成工程量40万元，预付备料款如何扣回？

【解】

(1) 预付款起扣点。

$$T=P-\frac{M}{N}=200-\frac{30}{60\%}=150(\text{万元})$$

即当累计完成工程量达到150万元时，起扣预付备料款。

(2) 预付款扣回时间及数额。

前3个月累计完成工程量为120万元，小于150万元，不扣；前4个月累计完成工程量为160万元，大于150万元，所以，应从第4个月开始扣预付款，数额为(160－150)×60%＝6(万元)；第5个月扣预付款数额为40×60%＝24(万元)或30－6＝24(万元)。具体如表5-9所示。

表 5－9 预付款扣回时间及数额

月　份	第 1 个月	第 2 个月	第 3 个月	第 4 个月	第 5 个月
完成工程量	40	40	40	40	40
扣预付款数额				6	24
进度款支付额	40	40	40	34	16

3） 工程保修金的预留与返还

工程保修金是指发包人与承包人在建设工程承包合同中约定，从应付的工程款中预留，用以保证承包人在缺陷责任期对建设工程出现的缺陷进行维修的资金。

（1） 工程保修金的预留。按照有关规定，工程项目合同总额中应预留出一定比例（约3%～5%）的尾留款作为质量保修费用（又称保留金），预留方法一般有以下两种。

① 当工程进度款拨付累计额达到该建筑安装工程造价的一定比例（95%～97%左右）时，停止支付，剩余部分作为尾留款。

② 从第一次支付工程进度款开始，在每次承包方应得的工程款中扣留投标书附录中规定的金额作为保留金，直至保留金总额达到投标书附录中规定的限额为止。

（2） 工程保修金的返还。缺陷责任期内，承包人认真履行合同约定的责任，到期后，承包人向发包人申请返还保证金。发包人在收到承包人返还保证金申请后，应于 14 天内会同承包人按合同约定的内容进行核实。如无异议，发包人应在核实后 14 天内将保证金返还承包人。逾期支付的，从逾期之日起按同期银行贷款利率计付利息，并承担违约责任。发包人在接到承包人返还保证金申请后 14 天内不予答复，经催告后 14 天内仍不予答复，视同认可承包人的返还保证金的申请。如承包人没有认真履行合同约定的保修责任，则发包人可按合同约定扣除保证金，并要求承包人赔偿相应损失。

缺陷责任期内，由承包人的原因造成缺陷时，承包人应负责维修，并承担鉴定及维修费用，同时不免除其工程一般损失赔偿责任。如承包人不维修或不承担费用，发包人可按合同约定扣除保证金，并由承保人承担违约责任。由他人及不可抗力原因造成缺陷时，发包人负责维修，承包人不承担责任，且发包人不得从保证金中扣除费用。如发包人委托承包人维修，发包人应支付相应的维修费用。

（3） 工程进度款的结算。施工合同示范文本关于工程款支付责任的约定：在确认计量结果后 14 天内，发包人应向承包人支付工程款。发包人超过约定的支付时间不支付工程款，承包人可向发包人发出要求付款的通知，发包人接到承包人通知后仍不能按要求付款，可与承包人协商签订延期付款协议，经承包人同意后可延期支付。协议应明确延期支付的时间和从计量结果确认后第 15 天起计算应付款的贷款利息。发包人不按合同约定支付工程款，双方又未达成延期付款协议，导致施工无法进行，承包人可停止施工，由发包人承担违约责任。

4） 工程进度款的支付（中间结算）

施工合同示范文本关于工程款支付责任的约定：在确认计量结果后 14 天内，发包人应向承包人支付工程款。发包人超过约定的支付时间不支付工程款，承包人可向发包人发出要求付款的通知，发包人接到承包人通知后仍不能按要求付款，可与承包人协商签订延

期付款协议，经承包人同意后可延期支付。协议应明确延期支付的时间和从计量结果确认后第15天起计算应付款的贷款利息。发包人不按合同约定支付工程款，双方又未达成延期付款协议，导致施工无法进行，承包人可停止施工，由发包人承担违约责任。

计算本期应支付承包人的工程进度款的款项计算内容包括以下几项。

① 经过确认核实的完成工程量对应工程量清单或报价单的相应价格计算应支付的工程款。

② 根据合同约定应补偿给承包人的调整款项，如设计变更、物价上涨调整等。

③ 经工程师批准应支付的索赔款。

④ 本期应扣回的工程预付款和预支款。

⑤ 扣留保留金等。

5）工程竣工结算

工程竣工结算是指施工企业按照合同规定的内容和要求全部完成所承包的工程，经验收质量合格，向发包单位进行的最终工程价款清算的文件。

（1）竣工结算的一般公式。办理工程价款竣工结算的一般公式为：

竣工结算工程款＝合同价款＋合同价款调整额－预付及已结算工程款－保修金　（5-36）

（2）竣工结算的审查。工程竣工结算审查是竣工结算阶段的一项重要工作，经审查核定的工程竣工结算是核定建设程造价的依据，也是建设项目验收后编制建设项目竣工决算和核定固定资产价值的重要依据。因此，建设项目业主和工程监理单位都要十分关注竣工结算的审核。其基本内容如下。

① 核对合同条款。核对内容：竣工工程内容是否符合合同要求，并竣工验收合格；结算方法、计价定额、取费标准、主要价格等。

② 检查隐蔽工程验收记录。所有隐蔽工程均需进行验收；验收记录完整，签证手续完备，工程量与竣工图一致。

③ 落实设计变更签证。所有设计变更应有设计变更通知单和修改设计图纸，并有审查、签证，重大设计变更应经有关部门批准。

④ 按图核实工程数量。竣工结算工程量应依据竣工图、设计变更和现场签证进行核算，并按同意的计算规则计算工程量。

⑤ 严格执行定额单价。结算单价应按合同约定或招投标文件规定的定额和计价原则执行。

⑥ 各项费用的计取要符合规定。

⑦ 防止各种计算错误。


案例5－8

某道路改造工程，按FIDIC合同条件签订了承包合同并委托监理单位施工监理，承包商中标投标价如表5－10所示。

合同条款规定：工期12个月，暂定金额由监理工程师批准使用，计日工由监理工程师每月审批计量。工程预付款按合同总价(不含计日工)的10%预付，自承包商所获得工程进度支付款累计总额达到合同总价20%那个月开始起扣，到规定竣工日期前3个月扣清，扣款期每个月按等值扣留。保留金为合同总价的5%，从首次支付工程进度款开始，在每月承包商有权获得的所有款项中减去调价款后按10%扣

留，工程按进度进展半年后，从第7个月开始，考虑物价上涨因素，对 A、B、C、D 四项工程调增5%结算，工程竣工结算时，与中标价相比，竣工结算总额增减金额超过有效合同价15%时，按8%的幅度对超出部分进行调整合同价结算。

表5-10 承包商中标投标价

工程项目	单 位	估计工程量	综合单价/万元	合价/万元
A	1 000m^2	180	0.92	165.60
B	1 000m^2	210	2.95	619.50
C	1 000m^2	24	32.80	787.20
D	1 000m^2	150	6.89	1 033.50
暂定金额				130.00
计 日 工	1 000个		6.50	

该工程经监理工程师核准的各个工程量情况如表5-11所示。

表5-11 工程量情况表

工程进度 工程项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
A(1 000m^3)	48	48	66	66									228
B(1 000m^3)			30	30	40	40	50	48					238
C(1 000m^3)		2	2	2	3	3	3	3	3	2	2		25
D(1 000m^3)						20	20	20	20	20	30	30	160
暂定金额/万元				26.5		18.2		15.3		12	10	8	90
计日工/个			120	100	80	70	50	150	60	70	86	94	790

问题：

(1) 工程预付款为多少？从哪个月开始扣？扣到何月止？每月扣多少？

(2) 保留金扣到第几个月？每月扣留的金额为多少？共计扣留多少？

(3) 如果监理工程师签署支付证书的最小金额为50万元，那么该工程各月结算金额为多少万元？实际结算金额为多少万元？

【解】

(1) ①工程预付款为：10%×(165.6+619.5+787.2+1 033.5+130.0)=10%+2 735.8=273.58(万元)

② 各月工程进度支付款累计总额达合同总价的20%的月份确定：

1月份工程进度支付款为：48×0.92=44.16(万元)

2月份工程进度支付款为：48×0.92+2×32.8=109.76(万元)

2月份累计总额：44.16+109.76=153.92(万元)<20%×2 735.8=547.16(万元)

3月份工程进度支付款：66×0.92+30×2.95+2×32.8=214.82(万元)

3月份累计总额：153.92+214.82=368.74(万元)

4月份工程进度支付款：214.82+26.5=241.32(万元)

4月份累计总额：241.82+368.74=610.56(万元)>547.16(万元)

故工程预付款应从第 4 个月开始扣，扣到第 9 个月，分 6 个月扣完。

③每个月扣留金额：273.58/6＝45.60(万元)

(2) ①保留金总额为 5%×2 735.8＝136.79(万元)

② 保留金从首次支付工程进度款开始扣，每月按 10%扣留。

1 月份扣留：44.16×10%＝4.416(万元)

2 月份扣留：109.76×10%＝10.976(万元)

2 月份累计扣留：4.416＋10.976＝15.392(万元)＜136.79(万元)

3 月份扣留：(214.82＋0.12×6.5)×10%＝21.56(万元)

3 月份累计扣留：15.392＋21.56＝36.952(万元)＜136.79(万元)

4 月份扣留：(241.32＋0.1×6.5)×10%＝24.197(万元)

4 月份累计扣留：36.952＋24.197＝61.149(万元)＜136.79(万元)

5 月份扣留：(40×2.95＋3×32.8＋0.08×6.5)×10%＝21.692(万元)

5 月份累计扣留：61.149＋21.692＝82.841(万元)＜136.79(万元)

6 月份扣留：(40×2.95＋3×32.8＋20×6.89＋18.2＋0.07×6.5)×10%＝37.286(万元)

6 月份累计扣留：82.841＋37.286＝120.127(万元)＜136.79(万元)

7 月份预计扣留：(50×2.95＋3×32.8＋20×6.89＋0.05×6.5)×10%＝38.403(万元)

7 月份累计扣留：120.127＋38.403＝158.53(万元)＞136.79(万元)

7 月份扣留保留金：136.79－20.127＝16.663(万元)

故保留金一直扣到第 7 个月。

(3) 各月结算金额与实际结算金额如下。

1 月份结算金额：44.16－4.416＝39.744(万元)

因为 39.744 万元＜监理工程师签署支付凭证最小金额 50 万元的规定，故 1 月份不进行实际结算。

2 月份结算金额：48×0.92＋2×32.8－10.976＝98.784(万元)

2 月份实际结算金额：98.784＋39.744＝138.528(万元)

3 月份结算金额：214.82＋0.12×6.5－21.56＝194.04(万元)，实际结算。

4 月份结算金额：241.32＋0.1×6.5－24.197－45.6＝171.588(万元)，实际结算。

5 月份结算金额：216.92－21.692－45.6＝149.628(万元)，实际结算。

6 月份结算金额：372.86－37.286－45.6＝289.974(万元)，实际结算。

7 月结算金额：(50×2.95＋3×32.8＋20×6.89)×1.05＋0.05×6.5－16.663－45.6＝340.947(万元)，实际结算。

8 月份结算金额：(48×2.95＋3×32.8＋20×6.89)×1.05＋15.3＋0.150×6.5－45.6＝367.365(万元)，实际结算金额。

9 月份结算金额：(3×32.8＋20×6.89)×1.05＋0.06×6.5－45.6＝202.8(万元)，为实际结算金额。

10 月份结算金额：(2×32.8＋20×6.89)×1.05＋12＋0.07×6.5＝226.025(万元)，为当月实际结算金额。

11 月结算金额：(2×32.8＋30×6.89)×1.05＋10＋0.086×6.5＝296.474(万元)，为当月实际结算金额。

12 月为竣工结算月，考虑总价是否调整：

$$\frac{(228-180)\times0.92+(238-210)\times2.95+(25-24)\times32.8+(160-150)\times6.89}{180\times0.92+210\times2.95+24\times32.8+150\times6.89}\times100\%$$

$$=\frac{228.46}{2\ 605.8}\times100\%=8.77\%<15\%$$

12 月结算金额：30×6.89×1.05＋8＋0.094×6.5＝225.646(万元)

2. 工程变更引起的费用控制

工程变更，是指施工过程中出现了与签定合同时的预计条件不一致的情况，而需要改变原定施工承包范围内的某些工作内容。工程变更属于对原合同需进行实质性改动，应由业主和承包商通过协商达成一致后，以补充协议的方式变更。

1）工程变更的分类

工程变更的内涵十分丰富，可以从不同的角度加以分类。工程管理实践中，通常按照工程变更所包含的具体内容，将其划分为如下五个类别。

（1）设计变更。设计变更是指建设工程施工合同履约过程中，由工程不同参与方提出，最终由设计单位以设计变更或设计补充文件形式发出的工程变更指令。设计变更包含的内容十分广泛，是工程变更的主体内容。常见的设计变更有：因设计计算错误或图示错误发出的设计变更通知书，因设计遗漏或设计深度不够而发出的设计补充通知书，以及应业主、承包商或监理方请求对设计所作的优化调整等。

（2）施工措施变更。施工措施变更是指在施工过程中承包方因工程地质条件变化、施工环境或施工条件的改变等因素影响，向监理工程师和业主提出的改变原施工措施方案的过程。施工措施方案的变更应经监理工程师和业主审查同意后实施，否则引起的费用增加和工期延误将由承包方自行承担。重大施工措施方案的变更还应征询设计单位意见。在建设工程施工合同履约过程中，施工措施变更存在于工程施工的全过程，如人工挖孔桩桩孔开挖过程中出现地下流沙层或淤泥层，需采取特殊支护措施，方可继续施工；公路或市政道路工程路基开挖过程中发现地下文物，需停工采取特殊保护措施；建筑物主体施工过程中，因市场供应原因引起的混凝土搅拌方式的调整等。

（3）计划变更。计划变更是指施工过程中，业主因上级指令、技术因素或经营需要，调整原定施工进度计划，改变施工顺序和时间安排。如小区群体工程施工中，根据销售进展情况，部分房屋需提前竣工，另一部分房屋需适当延迟交付，这类变更就是典型的计划变更。

（4）条件变更。条件变更是指施工过程中，因业主未能按合同约定提供必需的施工条件，以及不可抗力发生导致工程无法按预定计划实施。如业主承诺交付的工程后续施工图纸未到，致使工程中途停顿，业主提供的施工临时用电因社会电网紧张而断电，导致施工生产无法正常进行；特大暴雨或山体滑坡导致工程停工。这类因业主原因或不可抗力所发生的工程变更统称为条件变更。

（5）新增工程。新增工程是指施工过程中，业主扩大建设规模，增加原招标工程量清单之外的建设内容。

根据大量工程实践中存在的工程变更所揭示的特征，各类常见工程变更可从可控性、技术性、所处阶段、频率和来源方五个不同层面加以描述。一般情况下，设计变更和施工措施变更的可控性强，其余变更的可控性一般或较弱。从技术性角度而言，设计变更的技术性强，施工措施变更次之，其余变更则较弱。从所处阶段分析，一般房屋建筑工程设计变更和施工措施变更涵盖工程施工的全过程，其余变更则主要发生在工程主体施工阶段和装饰施工阶段。从发生频率来看，设计变更最高，施工措施变更次之，其余变更则较低。从变更的来源方即提出(或引起)变更的主体观察，设计变更和施工措施变更范围最广，业主、承包方、监理方和设计方均可提出设计变更和施工措施变更要求，计划变更和新增工

程一般由业主提出，条件变更则通常由业主或不可抗力引起。

2） 工程变更价款的确定方法

施工合同示范文本规定如下。

（1） 承包方在工程变更确定后 14 天内，提出变更工程价款的报告，经工程师确认后调整合同价款。

① 合同中已有适用于变更工程的价格，按合同已有的价格计算合同价款。

② 合同中只有类似于变更工程的价格，可以参照类似价格变更合同价款。

③ 合同中没有适用或类似于变更工程的价格，由承包方或发包人提出适当的变更价格，经对方确认后执行。

如双方不能达成一致意见，可提请工程所在地工程造价管理机构进行咨询或按合同约定的争议或纠纷解决程序办理。因此，在变更后合同价款的确定上，首先应当考虑使用合同中已有的、能够适用或者能够参照适用的，其原因在于在合同中已经订立的价格(一般是通过招标投标)是较为公平合理的，因此应当尽量采用。

采用合同中工程量清单的单价或价格有几种情况：一是直接套用，即从工程量清单上直接拿来使用；二是间接套用，即依据工程量清单，通过换算后采用；三是部分套用，即依据工程量清单，取其价格中的某一部分使用。

（2） 承包方在确定变更后 14 天内不向工程师提出变更工程价款报告时，视为该项变更不涉及合同价款的变更。

（3） 工程师收到变更工程价款报告之日起 14 天内，应予以确认。工程师无正当理由不确认时，自变更价款报告送达之日起 14 天后变更工程价款报告自动生效。

（4） 工程师不同意承包方提出的变更价款，可以通过有关部门调解，调解不成的，双方可以采用仲裁或向人民法院起诉的方式解决。

5.5 施工项目成本管理

5.5.1 施工项目成本管理的概念

施工项目成本管理是指以工程项目为对象，在既定的预算成本的基础上，在施工生产的动态过程中，通过控制手段，在达到预定工程功能和工期要求的同时，统筹计划施工各阶段、各部分的工程成本，科学有效地实施动态控制，确保将总成本控制在预算(计划)范围内。

成本管理可以促进企业改善经营管理水平，合理补偿施工耗费，保证企业再生产的顺利进行。加强项目成本管理的意义具体体现在：①有利于降低工程成本，提高工程项目的经济效益和社会效益；②有利于提高企业经济效益，增强企业发展的原动力；③有利于理顺各种经济关系和落实各种承包责任制；④有利于提高项目管理水平，推动企业管理人才的培养和锻炼。

5.5.2 施工项目成本管理的内容

施工项目成本管理是对所发生的成本费用支出，有组织、系统地进行预测、计划、控制、核算、分析、考核等一系列的科学管理工作。其具体工作内容包括成本预测、成本计划、成本控制、成本核算、成本分析和成本考核。

1. 成本预测

施工成本预测就是根据成本信息和施工项目的具体情况，对未来的成本水平及其发展趋势作出科学的估计，其实质是在工程施工以前对成本进行的估算。通过成本预测，使项目经理部在满足业主和企业要求的前提下，为施工降低成本提供决策与计划的依据。

2. 成本计划

施工成本计划是指以货币形式编制的施工项目从开工到竣工计划支出的施工费用，是指导项目降低成本的技术经济文件。成本计划是工程项目成本管理的一个重要环节，它是对生产消耗进行控制、分析和考核的重要依据。

项目经理部应依据下列文件编制项目成本计划：①合同文件；②项目管理实施规划；③可研报告和相关设计文件；④市场价格信息；⑤相关定额；⑥类似项目的成本资料。

编制成本计划应满足下列要求：①由项目经理部负责编制，报组织管理层批准；②自下而上分级编制并逐层汇总；③反映各成本项目指标和降低成本指标。

3. 成本控制

施工成本控制是指在施工过程中，对影响施工成本的各种因素加强管理，并采取各种有效措施，将施工中实际发生的各种消耗和支出严格控制在成本计划范围内。通过随时揭示并及时反馈，严格审查各项费用是否符合标准，计算实际成本和计划成本之间的差异并进行分析，进而采取多种措施，消除施工中的损失浪费现象。

工程项目施工成本控制应贯穿于项目从投标阶段开始直至竣工验收的全过程，它是企业全面成本管理的重要环节。施工成本控制可分为事先控制、事中控制(过程控制)和事后控制。在项目的施工过程中，需按动态控制原理对实际施工成本的发生过程进行有效控制。

合同文件和成本计划是成本控制的目标，进度报告和工程变更与索赔资料是成本控制过程中的动态资料。成本控制报告可单独编制，也可以根据需要与进度、质量、安全和其他进展报告结合，提出综合进展报告。

(1) 成本控制的依据。项目经理部应依据下列资料进行成本控制。

① 合同文件。

② 成本计划。

③ 进度报告。

④ 工程变更与索赔资料。

(2) 成本控制应遵循的程序。

① 收集实际成本数据。

② 实际成本数据与成本计划目标进行比较。

③ 分析成本偏差及原因。

④ 采取措施纠正偏差。

⑤ 必要时修改成本计划。

⑥ 按照规定的时间间隔编制成本报告。

成本控制宜运用赢值法。

4. 成本核算

施工成本核算包括两个基本环节：一是按照规定的成本开支范围对施工费用进行归集和分配，计算出施工费用的实际发生额；二是根据成本核算对象，采用适当的方法，计算出该施工项目的总成本和单位成本。施工成本管理需要正确及时地核算施工过程中发生的各项费用，计算施工项目的实际成本。施工项目成本核算所提供的各种成本信息，是成本分析和成本考核的依据。因此，加强工程项目成本核算工作，对降低项目成本、提高企业的经济效益有积极的作用。

施工成本一般以单位工程为成本核算对象，但也可以按照承包工程项目的规模、工期、结构类型、施工组织和施工现场等情况，结合成本管理要求，灵活划分成本核算对象。施工成本核算的基本内容包括：①人工费核算；②材料费核算；③周转材料费核算；④结构件费核算；⑤机械使用费核算；⑥其他措施费核算；⑦分包工程成本核算；⑧间接费核算；⑨项目月度施工成本报告编制。

5. 成本分析与成本考核

施工成本分析是在施工成本核算的基础上，对成本的形成过程和影响成本升降的因素进行分析，以寻求进一步降低成本的途径，包括有利偏差的挖掘和不利偏差的纠正。施工成本考核是指在施工项目完成后，对施工项目成本形成中的各责任者，按施工项目成本目标责任制的有关规定，将成本的实际指标与计划、定额、预算进行对比和考核，评定施工项目成本计划的完成情况和各责任者的业绩，并以此给予相应的奖励和处罚。

施工成本分析的基本方法包括比较法、因素分析法、差额分析法和比率法等。

1）比较法

比较法，又称“指标对比分析法”，就是通过技术经济指标的对比，检查目标的完成情况，分析产生差异的原因，进而挖掘内部潜力的方法。比较法通常有下列形式。

（1）将实际指标与目标指标对比。以此检查目标完成情况，分析影响目标完成的积极因素和消极因素，以便及时采取措施，保证成本目标的实现。在进行实际指标与目标指标对比时，还应注意目标本身有无问题。如果目标本身出现问题，则应调整目标，重新正确评价实际工作的成绩。

（2）本期实际指标与上期实际指标对比。通过这种对比，可以看出各项技术经济指标的变动情况，反映施工管理水平的提高程度。

（3）与本行业平均水平、先进水平对比。通过这种对比，可以反映本项目的技术管理和经济管理与行业的平均水平和先进水平的差距，进而采取措施赶超先进水平。

这种方法，具有通俗易懂、简单易行、便于掌握的特点，因而得到了广泛的应用，但在应用时必须注意各技术经济指标的可比性。

2）因素分析法

因素分析法又称连环置换法。这种方法可用来分析各种因素对成本的影响程度。在进

行分析时，首先要假定众多因素中的一个因素发生了变化，而其他因素则不变，然后逐个替换，分别比较其计算结果，以确定各个因素的变化对成本的影响程度。

因素分析法的计算步骤如下。

(1) 确定分析对象，并计算出实际数与目标数的差异。

(2) 确定该指标是由哪几个因素组成的，并按其相互关系进行排序。排序规则是：先实物量，后价值量；先绝对值，后相对值。

(3) 以目标数为基础，将各因素的目标数相乘，作为分析替代的基数。

(4) 将各个因素的实际数按照上面的排列顺序进行替换计算，并将替换后的实际数保留下来。

(5) 将每次替换计算所得的结果，与前一次的计算结果相比较，两者的差异即为该因素对成本的影响程度。

注意：各个因素的影响程度之和，应与分析对象的总差异相等。



案例 5-9

某基础结构混凝土工程，目标成本为364 000元，实际成本为383 760元，成本增加19 760元，资料列于表5-12。用因素分析法分析成本增加的原因。

表5-12 商品混凝土目标成本与实际成本对比表 单位：元

项　目	单位	计划	实　际	差　额
产量	m^3	500	520	20
单价	元	700	720	20
损耗率	%	4	2.5	−1.5
成本	元	364 000	383 760	19 760

【解】

(1) 分析对象是浇筑基础结构混凝土的成本，实际成本与目标成本的差额为19 760元。该指标是由产量、单价、损耗率三个因素组成的，其排序见表5-12。

(2) 以目标数500×700×1.04=364 000(元)为分析替代的基础。

第一次替代产量因素：以520替代500，520×700×1.04=378 560(元)。

第二次替代单价因素：以720替代700，并保留上次替代后的值，520×720×1.04=389 376(元)。

第三次替代损耗率因素：以1.025替代1.04，并保留上两次替代后的值，520×720×1.025=383 760(元)。

(3) 计算差额

第一次替代与目标数的差额=378 560−364 000=14 560(元)。

第二次替代与第一次替代的差额=389 376−378 560=10 816(元)。

第三次替代与第二次替代的差额=383 760−389 376=5 616(元)。

(4) 产量增加使成本增加了14 560元，单价提高使成本增加了10 816元，而损耗率下降使成本减少了5 616元。

(5) 各因素的影响程度之和=14 560+10 816−5 616=19 760(元)，与实际成本和目标成本的总差额相等。

为简便起见，可运用因素分析表来进行成本分析，其具体形式见表5-13。

表 5-13　商品混凝土成本变动因素分析表

项目	连环替代计算	差异/元	因素分析
目标数	500×700×1.04		
第一次替代	520×700×1.04	14 560	由于产量增加 $20m^3$ 成本增加 14 560 元
第二次替代	520×700×1.04	10 816	由于单价提高 20 元成本增加 10 816 元
第三次替代	520×700×1.025	−5 616	由于损耗率下降 1.5%，成本减少 5 616 元
合计		19 760	

3）差额计算法

差额计算法是因素分析法的一种简化形式，它利用各个因素的目标值与实际值的差额来计算其对成本的影响程度。举例说明如下。


案例 5-10

某工程项目某月的实际成本降低额比目标数提高了 2.4 万元，见表 5-14。试用差额分析法分析成本降低额超过目标数的原因，以及成本降低率对成本降低额的影响程度。

表 5-14　差额分析法分析表

项　目	计划降低	实际降低	差　异
预算成本/万元	300	320	20
成本降低率(%)	4	4.5	0.5
成本降低额/万元	12	14.40	2.40

【解】

成本增加对成本降低额的影响程度：(320−300)×4%=0.80(万元)

成本降低率提高对成本降低额的影响程度：(4.5%−4%)×320=1.60(万元)

以上合计：0.80+1.60=2.40(万元)。其中成本降低率的提高是主要原因，根据有关资料可进一步分析成本降低率提高的原因。

4）比率法

比率法是指用两个以上的指标的比例进行分析的方法。它的基本特点是：先把对比分析的数值变成相对数，再观察其相互之间的关系。常用的比率法有以下几种。

(1) 相关比率法。由于项目经济活动的各个方面是相互联系，相互依存，又相互影响的，因而可以将两个性质不同而又相关的指标加以对比，求出比率，并以此来考察经营成果的好坏。例如：产值和工资是两个不同的概念，但它们的关系又是投入与产出的关系。在一般情况下，都希望以最少的工资支出完成最大的产值。因此，用产值工资率指标来考核人工费的支出水平，就很能说明问题。

(2) 构成比率法。构成比率法又称比重分析法或结构对比分析法。通过构成比率，可以考察成本总量的构成情况及各成本项目占成本总量的比重，同时也可看出量、本、利的

比例关系(即预算成本、实际成本和降低成本的比例关系)，从而为寻求降低成本的途径指明方向。

(3) 动态比率法。动态比率法，就是将同类指标不同时期的数值进行对比，求出比率，以分析该项指标的发展方向和发展速度。动态比率的计算，通常采用基期指数和环比指数两种方法。

综合案例 5-1

工程价款支付控制

某工程按照《建设工程施工合同(示范文本)》签订了施工合同，合同工期7个月，各项工作均按匀速施工。合同价840万元，施工单位的报价单(部分)见表5—15。经项目监理机构批准的施工进度计划如图5.11所示(单位：月)。施工合同中约定：预付款按20%支付，工程款付至合同价的50%时开始扣回预付款，3个月内平均扣回；质量保修金为合同价的5%，从第1个月开始按月应付款的10%扣留，扣满为止。

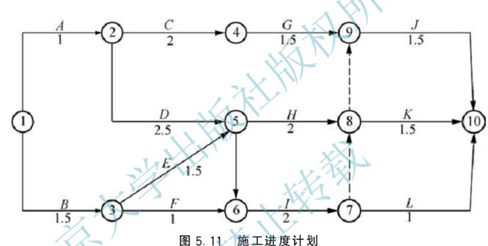


图 5.11 施工进度计划

表 5-15 施工单位报价表(部分)

序号	工作名称	估算工程量/m^3	全费用综合单价/(元/m^3)	合价/万元
1	A	10 000	30	30.00
2	B	12 000	45	54.00
3	C	1 000	300	30.00
4	D	8 000	105	84.00
5	E	12 000	250	300.00
6	F	14 000	15	21.00

工程于2006年4月1日开工。施工中发生了如下事件。

事件1：工程开工1个月后，建设单位要求增加1项工作N，该工作于C工作之后开始，在H、I工作之前完成。经项目监理机构核定，N工作的持续时间为1.5个月，估计工程量1 400 m^3，全费用综合单价为120元/m^3。

事件2：建设单位接到有关部门通知，相关管理部门将于7月份对工程进行现场安全施工大检查，要求施工单位结合现场安全施工状况进行自检自查，对存在的问题进行整改。施工单位按要求进行了自查整改，向项目监理部递交了整改报告，报告中请求建设单位支付为迎接检查自查整改所发生的费用

2.8 万元。

事件 3：G 工作所浇筑的混凝土楼板出现了多条裂缝，经有资质的检测单位测试分析，认定是混凝土材质有问题。对此，施工单位认为是按建设单位所推荐的商品混凝土厂家提供的混凝土，建设单位负有推荐错误的责任，应分担检测费用。

事件 4：在 K 工作施工中，施工单位发现现场复杂难以按设计条件实现，故直接向建设单位书面提出了工程变更的请求。

问题：

(1) 按照批准的施工进度计划，监理工程师应把哪些工作作为关键工作？为什么？

(2) 本工程预付款为多少？按照早时标网络计划安排，开工后前 3 个月每月应签证的工程款为多少？监理工程师签署的支付款为多少？动员预付款从何时开始扣回？

(3) 事件 1 中增加 N 工作后会不会影响施工计划工期？为什么？N 工作工程量的综合单价如何确定？

(4) 在事件 2 和事件 3 中，施工单位提出的要求是否合理？为什么？(请逐项回答)

(5) 在事件 4 中，施工单位的做法是否妥当？为什么？项目监理机构应如何处理好工程变更？

解：

(1) 应把 A、D、H、I、J、K 工作作为关键工作；因为它们是关键线路 A→D→I→K、A→D→H→K、A→D→I→J、A→D→H→J 上的工作。

(2) ①预付款为：840 万元×20%＝168 万元

② 开工后前 3 个月每月应签证工程款为：

第 1 个月：30＋36＝66(万元)

第 2 个月：36/2＋15＋33.6＋200/2＋21/2＝177.1(万元)

第 3 个月：15＋33.6＋200＋21/2＝259.1(万元)

前 3 个月合计应签证工程款：66＋177.1＋259.1＝502.2(万元)＞50%×846＝423(万元)

而前 2 个月合计应签证工程款：66＋177.1＝243.1(万元)＜423(万元)

③ 开工后前 3 个月监理工程师签署的支付款为：

第 1 个月：66－10%×66＝59.4(万元)

第 2 个月：177.1－10%×177.1＝159.39(万元)

前 2 个月扣留保修金(66＋177.1)－(59.4＋159.39)＝24.31＜5%×840＝42(万元)

第 3 个月应签署支付款为：259.1－(42.0－24.31)－168/3＝185.41(万元)

④ 根据②的计算，动员预付款从第 3 个月开始扣回。

(3) ①增加 N 工作后会影响施工计划工期。因为增加 N 工作后关键线路发生变化(或根据工期计算)，N 工作为关键工作，施工工期已变为 8 个月。

② N 工作综合单价的确定办法是：合同中已有适用的价格，按合同已有的价格确定；合同中只有类似价格，参照类似价格确定；合同中没有适用或类似价格，由施工单位提出适当的价格在协商后经监理工程师确认。

(4) ①事件 2 中，施工单位的要求不合理。因为安全施工的措施费用属措施清单项目费用，施工单位已在投标报价中考虑和合同中明确。

② 事件 3 中，施工单位的要求不合理。因为就商品混凝土的供应上讲，与建设单位没有合同关系，施工单位应向商品混凝土厂家索赔。

(5) ①事件 4 中，施工单位的做法不妥。因为施工单位提出的工程变更，必须报项目监理机构，由专业监理工程师提出评估意见后，总监理工程师就评估情况与施工单位和建设单位进行协商。

② 项目监理机构处理工程变更时应符合：*a.* 取得建设单位授权时，按施工合同与施工承包单位协商，协商一致后由总监理工程向建设单位通报，履行签字手续；*b.* 未取得授权时，总监理工程师应协助建设单位与施工承包单位进行协商，并达成一致；*c.* 建设单位和施工承包单位未能达成协议时，提出一

个暂定价格，作为临时的依据；*d.* 在总监理工程师签发工程变更单之前，施工单位不得实施工程变更；*e.* 未经总监理工程师审查同意而实施的工程变更，项目监理机构不得予以计量。



综合案例 5－2

工程价款支付控制

某工程按《建设工程施工合同(示范文本)》签订了施工合同，工期为20个月，建设单位项目管理师批准的施工总进度计划(早时标网络计划)如图5.12所示，图中括号内数字为工程进度款(单位：万元/月)。该工程各项工作均按匀速施工。

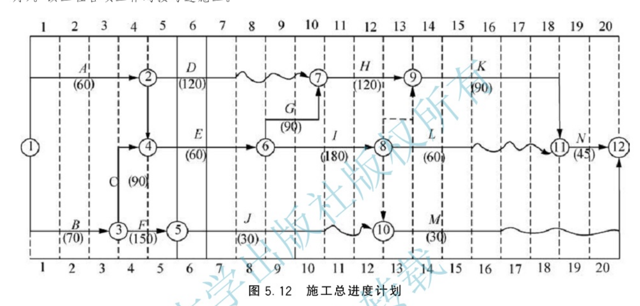


图5.12 施工总进度计划

施工过程中有如下事件发生。

事件1：*A* 工作因建设单位要求调整场地标高，设计图纸做局部修改而推迟施工图的提交时间0.5个月，施工单位机械闲置和人工窝工费1.5万元。

事件2：*C* 工作开始前设计单位修改图纸，导致工程量变化而增加造价10万元，施工单位及时调整部署如期完成了 *C* 工作。

事件3：*G*、*I* 工作在第一个月工作时，遇到异常恶劣的气候，造成施工单位工效降低，实际只完成计划任务的40%，在施工单位采取经监理核实赶工措施后，*G* 工作需延期0.5个月；*I* 工作能按原计划时间完成，但增加赶工费5 000元。

事件4：*L* 工作为隐蔽工程，在验收后专业监理工程师对其质量提出了质疑，总监理工程师由此要求施工单位对该隐蔽工程剥离复验。施工单位以已经监理工程师验收为由拒绝复验，后经建设单位承诺支付复验费后方进行了复验。经复验，质量未达到要求，施工单位进行了整改。

问题：

(1) 事件1、事件3、事件4发生后，施工单位均按程序提出了工期顺延和费用索赔的要求，请逐项回答施工单位的要求是否成立，并说明理由。

(2) 针对上述4项事件的发生，项目监理机构应批准的工期延期为多少天？为什么？

(3) 该工程实际工期为几个月？

(4) 事件4中，施工单位、监理单位、建设单位的做法是否妥当？为什么？

(5) 计算并在表5－16中填出1—10月份的拟完工程计划进度款、已完工程计划进度款和已完工程实际进度款。计算10月份的进度偏差和投资偏差。

表 5－16　工程进度款

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5—7 月	8 月	9 月	10 月	合计
拟完工程计划进度款		130	130		750		300	300	
已完工程计划进度款		130	130		690				
已完工程实际进度款		130	130		690	150	138		

【解】

（1）①对事件 1 的要求成立；因属建设单位负责提交的图纸推延，工期顺延和费用索赔要求成立。

② 对事件 3 的工期顺延要求成立，费用索赔不成立；因该事件为不可抗力事件，可顺延工期，但赶工费为技术措施费，已包含在施工合同价中；且 I 工作为非关键工作，不需赶工。

③ 对事件 4 的要求不成立；因为剥离的原因是施工质量达不到验收要求。

（2）项目监理机构应批准的工期延期为 30 天。因为 C 工作持续时间不变；A、G 为关键工作；A 可顺延 0.5 个月，G 可顺延 0.5 个月，故应批准 0.5＋0.5＝1.0(月)的工期顺延。

（3）L 为非关键工作，不影响工期，故该工程实际工期为 20＋1.0＝21(月)。

（4）①施工单位的做法不妥，因为按合同约定，施工单位不得拒绝重新检验。

② 监理工程师的做法妥当，因为他有权要求剥离复验。

③ 建设单位承诺支付复验费不妥，只有在复验合格时，建设单位才支付复验所发生的全部费用。

（5）①根据图 5.12 计算拟完工程计划进度款，根据图 5.13 计算已完工程计划进度款和已完工程实际进度款，计算结果列于表 5－17 中。

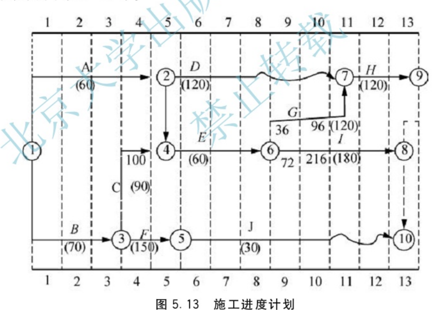


图 5.13　施工进度计划

② 1～10 月份进度款情况如表 5－17 所示。

表 5－17　工程进度款计算结果

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5—7 月	8 月	9 月	10 月	合计
拟完工程计划进度款	130	130	130	300	750	90	300	300	2 130
已完工程计划进度款	100	130	130	300	690	150	138	342	1 980
已完工程实际进度款	101.5	130	130	310	690	150	138	334.2	1 991.5

10月份进度偏差＝1 980－2 130＝－150(万元)

10月份投资偏差＝2 130－1 991.5＝138.5(万元)

本章小结

本章介绍了工程项目费用管理的程序、工程项目费用的组成、费用管理的控制目标和重点；工程项目费用的确定方法，包括投资估算、设计概算和施工图预算；工程项目费用计划；工程项目费用控制的依据、步骤和方法，设计阶段和施工阶段的费用控制；施工项目成本管理等。通过本章学习可以加深对工程项目费用管理的理解，具备从事工程项目费用管理的初步能力，能分析实际工程中出现的一些相关费用管理问题。

习　　题

1. 填空题

(1) 费用偏差分析可采用不同的表达方法，常用的有________、________和________。

(2) 具有形象直观，但反映的信息量少，一般在项目的较高管理层应用的偏差分析方法是________。

(3) 成本分析法中，________可用来分析各种因素对成本形成的影响程度。

(4) 某工程合同总价为84万，预付款为25%，每月从工程款中抵扣，主要材料及配件费比重按60%算，则预付款起扣点为________万元。

(5) ________是全部工程完工并经有关部门验收后，由建设单位编制的综合反映该工程从筹建到竣工验收投产全过程中各项资金的实际运用情况、建设成果及全部建设费用的总结性经济文件。

2. 选择题

(1) 对于三阶段设计的大型工程，施工图设计阶段的投资限额(　　)。(单选)

A. 投资估算　　B. 修正概算　　C. 设计概算　　D. 施工图预算

(2) 某项目进行成本偏差分析，结果为：已完工程实际施工成本－已完工程计划施工成本＞0；拟完工程计划施工成本－已完工程计划施工成本＜0，这种情况说明(　　)。(单选)

A. 成本超支，进度提前　　B. 成本节约，进度提前

C. 成本超支，进度拖后　　D. 成本节约，进度拖后

(3) 偏差分析可采用不同的方法，不能进行偏差分析的方法是(　　)。(单选)

A. 横道图法　　B. 表格法　　C. 曲线法　　D. 直方图法

(4) 项目施工中常用的工程价款的支付方式有(　　)。(多选)

A. 按月结算　　B. 按年结算

C. 分段结算　　D. 竣工后一次结算

E. 按专业工程结算

(5) 某工程发生费用偏差，在引起偏差原因中，属于业主原因的有(　　)。(多选)

A. 增加内容　　B. 施工方案不当

C. 建设手续不全　　D. 未及时提供场地

E. 材料代用

(6) A建筑公司承担某土方开挖工程。工程于1月开工，根据进度安排同年2月份计划完成土方量5 000m^3，计划单价为70元/m^3。时至同年2月底，实际完成工程量为4 500m^3，实际单价为78元/m^3，通过赢得值法分析可知(　　)。(多选)

A. 进度提前完成35 000元工作量　　B. 进度延误完成35 000元工作量

C. 费用超支36 000元　　D. 费用超支1 000元

E. 费用节支1 000元

(7) 确定工程预付款的额度时，应考虑的主要因素包括(　　)。(多选)

A. 施工工期　　B. 合同总额　　C. 施工方法

D. 施工组织措施　　E. 施工季节

(8) 施工成本分析的基本方法有(　　)。(多选)

A. 比较法　　B. 因素分析法　　C. 差额分析法

D. 比率法　　E. 曲线法

3. 简答题

(1) 简述工程项目费用管理的一般程序。

(2) 简述我国现行工程项目费用构成。

(3) 工程项目费用控制的目标与重点是什么?

(4) 费用估算的编制方法有哪些? 不同的编制方法的不同特点是什么?

(5) 简述设计概算常用的方法及各自适用的条件。

(6) 简述施工图预算的编制方法。

(7) 简述工程项目费用计划的编制方法。

(8) 简述工程项目费用不同控制方法。

(9) 设计阶段费用控制的方法有哪些?

(10) 如何对工程项目成本控制进行分析与考核?

4. 练习题

(1) 某快速干道工程，工程开、竣工时间分别为4月1日至9月30日。业主根据该工程的特点及项目构成情况，将工程分为三个标段。其中第3标段造价为4 150万元，第3标段中的预制构件由甲方提供(直接委托构件厂生产)。

第3标段施工单位为C公司，业主与C公司在施工合同中约定以下内容。

① 开工前业主应向C公司支付合同价25%的预付款，预付款从第3个月开始等额扣还，4个月扣完。

② 业主根据C公司完成的工程量(经工程师签认后)按月支付工程款，保留金额为合同总额的5%。保留金按每月产值的10%扣除，直至扣完为止。

③ 工程师签发的月付款凭证最低金额为300万元。

第3标段各月完成产值见表5－18。

表5－18　第3标段各月完成产值

月份	4	5	6	7	8	9
C公司	480	685	560	430	620	580
构件厂			275	340	180	

问题：支付给C公司的工程预付款是多少？工程师在第4、6、7、8月底分别给C公司实际签发的付款凭证金额是多少？

（2）某业主与承包商签订了某建筑安装工程项目总承包施工合同。承包范围包括土建工程和水、电、通风建筑设备安装工程，合同总价为4 800万元。工期为2年，第1年已完成2 600万元，第2年应完成2 200万元。承包合同规定如下。

① 业主应向承包商支付当年合同价25%的工程预付款。

② 工程预付款应从未施工工程尚需的主要材料及构配件价值相当于工程预付款时起扣，每月以抵充工程款的方式陆续收回，竣工前全部扣清。主要材料及设备费按总价的62.5%考虑。

③ 工程质量保修金为承包合同总价的3%，经双方协商，业主从每月承包商的工程款中按3%的比例扣留。在保修期满后，保修金及保修金利息扣除已支出费用后的剩余部分退还给承包商。

④ 当承包商每月实际完成的建安工作量少于计划完成建安工作量的10%以上（含10%）时，业主可按5%的比例扣留工程款，在工程竣工结算时将扣留工程款退还给承包商。

⑤ 除设计变更和其他不可抗力因素外，合同总价不作调整。

⑥ 由业主直接提供的材料和设备应在发生当月的工程款中扣回其费用。

经业主的工程师代表签认的承包商在第2年各月计划和实际完成的建安工作量，以及业主直接提供的材料、设备价值见表5－19。

表5－19　工程结算数据表　　单位：万元

月份	1—6	7	8	9	10	11	12
计划完成建支工作量	1 100	200	200	200	190	190	120
实际完成建支工作量	1 100	180	210	205	195	180	120
业主直供材料设备的价值	90.56	35.5	24.4	10.5	21	10.5	5.5

问题：

① 工程预付款是多少？

② 工程预付款从几月份开始起扣？

③ 1—6月以及其他各月业主应支付给承包商的工程款是多少？

④ 竣工结算时，业主应支付承包商的工程结算款是多少？

（3）商品混凝土目标成本为443 040元，实际成本为473 697元，比目标成增加30 657元，资料如表5－20所示，用因素分析法分析成本增加的原因。

表 5-20　商品混凝土目标成本与实际成本对比表

项目	单位	目标	实际	差额
产量	m^3	600	630	+30
单价	元	710	730	+20
损耗率	%	4	3	-1
成本	元	443 040	473 697	+30 657

